# Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**Universidad del Perú. Decana de América**

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial


# Implementación de un sistema RFID para mejorar la productividad de una planta de producción de vidrio templado

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial


**AUTOR**

Kenje QUISPE VEGA

**ASESOR**

Cesar CAMPOS CONTRERAS



Lima, Perú

2017

**Referencia bibliográfica**

Quispe, K. (2017). *Implementación de un sistema RFID para mejorar la productividad de una planta de producción de vidrio templado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

522

*UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS*
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
***FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL***

# ACTA Nº003-DAcad-FII-2017

## SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Jueves 04 de Mayo de 2017** a las 16:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

**"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA RFID PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VIDRIO TEMPLADO"**

Que presenta el Bachiller:

**QUISPE VEGA KENJE**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Ordinaria.**

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 17:10 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido aprobado por Unanimidad con la calificación promedio de Dieciseis, lo cual se comunicó públicamente.

**Ciudad Universitaria, 04 de Mayo del 2017**

**MG. CALSINA MIRAMIRA WILLY HUGO**
**Presidente**

**ING. MENDOZA ALTEZ EDGARDO AURELIO**
**Miembro**

**ING. ARROYO SALAZAR JORGE HUGO OMAR**
**Miembro**

**MG. CAMPOS CONTRERAS CÉSAR**
**Asesor**

**Dedicatoria:**

A mis queridos padres por su apoyo incondicional en todo este tiempo de vida que tengo, porque gracias a ello todo lo que he logrado hasta estos momentos ha sido posible.

# ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS



INDICE DE TABLAS

# INDICE DE ANEXOS

# INTRODUCCIÓN

La tecnología RFID parece estar tecnológicamente madura, aunque se halla inmersa en una continua evolución y mejora de sus prestaciones, como evidencia el número cada vez mayor de patentes y publicaciones en este campo. Las etiquetas son cada vez más pequeñas y su capacidad de almacenamiento continúa en aumento, las antenas son más eficientes y potentes permitiendo alcanzar rangos de cobertura mayores, los algoritmos de seguridad son cada vez más robustos… y con ello van surgiendo nuevas aplicaciones innovadoras.

La Tecnología de RFID, se ha visto como el sucesor del código de barras, porque ofrece diferentes ventajas sobre esta tecnología. Por ejemplo: una etiqueta de RFID no necesita línea de vista directa con el lector para poder ser identificada y, dependiendo de la tecnología que se utilice, la distancia entre el transponder y el lector puede ser desde un par de centímetros hasta cientos de metros.

El presente trabajo de investigación, responde las siguientes preguntas:

- Conocer qué es la tecnología RFID y sus características respecto al código de barras tradicional.
- Descubrir cómo distintas aplicaciones de la tecnología RFID, permiten ganar eficiencia a las compañías en el entorno logístico.
- Compartir la experiencia y las ventajas de la Tecnología RFID, de la mano de empresas que ya han implantado la tecnología.

# Capítulo I

# 1. Planteamiento del problema

## 1.1. Generalidades

La dinámica moderna de los negocios, con cambios de entornos, tecnologías disponibles y condiciones y la evolución de los recursos, hacen necesaria la actualización permanente de los procesos y procedimientos desarrollados por las distintas áreas funcionales y operativas en las Cadenas de Abastecimiento, con un completo alineamiento con los objetivos y estrategias de la Organización.

La gestión de inventarios es un proceso destinado a planificar, administrar y controlar los recursos disponibles dentro de la organización, permitiendo así el manejo apropiado de los mismos. El sistema de gestión de inventarios debe especificar cuándo se colocará la orden de un artículo y cuántas unidades se ordenarán; por consiguiente, el control de inventarios es un aspecto crítico de la administración exitosa.

El término RFID, surgido de sus siglas en inglés del nombre Radio Frequency Identificación (Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia), consiste en un sistema de identificación da datos por radiofrecuencia, que permite almacenar y recuperar información relativa a un producto, mediante etiquetas y lectores RFID.

Las etiquetas RFID, llevan consigo un número único para cada artículo, el cual puede ser transmitido a través de ondas de radio, permitiendo identificar el producto en cualquier momento y lugar, para realizar una trazabilidad eficaz durante toda la cadena de producción y abastecimiento.

El funcionamiento de este tipo de sistema, consiste básicamente en una comunicación que es entablada por la etiqueta RFID, por intermedio de señales de radiofrecuencia, en la que se transportan los datos que contienen hacia un lector RFID, que será el encargado de captar la información, para luego enviarla a una aplicación informática específica, transformando esos datos en archivos digitales.

La competencia agresiva y ágil en los mercados nacionales e internacionales, han llevado a las empresas a la conclusión que, para sobrevivir con éxito, deben iniciar relaciones de intercambio de comunicación, tecnología, materiales y recursos con los proveedores y clientes en una forma integrada, para lo que ha de utilizar enfoques innovadores que beneficien conjuntamente a todos los actores de la cadena de suministros, con creatividad de estrategia productiva. Es aquí donde apunta la presente investigación, usando la Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID), para una planta de producción de vidrio templado.

## 1.2. Antecedentes

Aunque en el rubro de vidrio templado no existen antecedentes podemos citar las aplicaciones en la historia de varias otras industrias.

La tecnología usada en RFID habría existido desde comienzos de los años 1920, desarrollada por el MIT, fue usada por primera vez en la segunda guerra mundial, por la armada británica, con el fin de identificar aviones amigos. A la actualidad esta tecnología ha evolucionado favorablemente, convirtiéndose en una de las tecnologías modernas de identificación de productos que cada vez

van siendo usadas por un mayor número de empresas e instituciones. Actualmente podemos encontrar sistemas que usan la tecnología RFID en gran variedad de servicios del ámbito civil y militar, público y privado, tales como la identificación de pacientes en hospitales, el pago automático en autopistas, identificación de animales, etc.

Según Peris López (2008), en su tesis doctoral "Criptografía Ligera en Dispositivos de Identificación por Radiofrecuencia – RFID", el primer artículo sobre la tecnología RFID se publicó en los años cincuenta. Sin embargo, la investigación sobre esta tecnología y la seguridad ha recibido una atención considerable desde el año 2003.

ONTSI-red.es (2009), en su publicación "La tecnología RFID: Usos y oportunidades", realizó un estudio sobre la tecnología RFID con la finalidad de contribuir a su desarrollo, y nos da a conocer una serie de experiencias exitosas de empresas que decidieron aplicar esta tecnología, lo cual refuerza la necesidad de la difusión de esta tecnología en nuestro país. Algunos de estos casos se detallan a continuación:

**Sector alimentos.**

En el año 2006 la empresa de EEUU Beaver Street Fisheries, distribuidor de pescado y mariscos, implementó un sistema RFID, para la trazabilidad y visibilidad de productos. Mejora la gestión de almacén.

En el año 2007, la empresa Sanofi-Aventis de España, implemento un sistema RFID, para solucionar problemas de control de almacén, habiendo tenido resultados positivos. El almacén tiene una capacidad de almacenaje de 8000 pales, y cuenta con una zona de frio en la que se pueden almacenar 500 palés y desde la que también se preparan pedidos para distribuir a mayoristas, hospitales y farmacias. Diariamente se preparan unos 4700 bultos (cajas) que

distribuidas en unos 798 pedidos, contienen un total de aproximadamente 352000. Se colocan tags en todas las estanterías y un lector RFID en la maquinaria. La solución integra 4 lectores RFID para cada una de las 4 carretillas, las más de 7000 etiquetas y los servicios de instalación y mantenimiento. Doble etiquetado RFID y código de barras.

**Sector salud.**

En el año 2006, en EE.UU., la empresa Mississippi Blod Services (MBS), implementó un sistema RFID para Mantener el inventario de bolsas de sangre y otros productos derivados, controlando el tipo y la caducidad, logrando así evitar errores en las transfusiones que pueden producir graves daños al paciente, incluso la muerte. Tener información en tiempo real del inventario.

Se estima también que esta mejora en el inventario otorga beneficios a hospitales y finalmente a los pacientes (más seguridad). A destacar, el cliente ha tenido q u e cumplir con las normas de FDA (U.S. Food and Drug Administration). Para esto se utilizaron lectores, etiquetas tags a 13.56 MHz, impresoras.

En los años 2006-2008 la empresa pública Hospital Costa del Sol de España, implementó un sistema RFID para la Identificación de pacientes, mejora y verificación de procesos, localización de instrumental, seguridad, logrando así mejorar en la identificación de los pacientes evitando errores en procesos oncológicos, quirúrgicos y de farmacia, entre otros. Mejoras de seguridad para el personal médico. Localización en tiempo real de equipamiento médico. Para esto se utilizó tecnología HF y WI FI. Etiquetas RFID pasivas para identificación y activas para localización, terminales de mano RFID con WI FI y/o Bluetooth.

**Sector educación**

En el año 2006, en EE.UU., la Florida State University implementó un sistema RFID, debido a que en los archivos de la universidad de Florida se almacena la documentación de más de 3500

proyectos, lo que hace realmente difícil localizar un documento específico y que frecuentemente se extravíen por que los usuarios que los retiraron no los devuelven, para se consideró el uso de la tecnología RFID, logrando disminuir grandemente el tiempo promedio semanal que demoraba un empleado buscando documentos el cual era de dos horas y media, actualmente es mínimo. Semanalmente se hace un inventario de los archivos utilizando lectores móviles, con él se puede detectar si falta algún archivo que ha de estar en las estanterías (ha habido alguien que lo ha sacado sin autorización).

Para esto se han utilizado: Etiquetas con Inlay HF ISO 15693 de Texas Instruments con 2048 bit de memoria, lectores fijos para grabar las etiquetas que se pegaran a los documentos y para leer las etiquetas de los documentos prestados/devueltos, lectores portátiles para inventariado del archivo y localización de documentos archivados en estanterías incorrectas, software de control del sistema y seguimiento de documentos. Esta interconectado con el software existente para la gestión del archivo (Oracle PeopleSoft).

## 1.3. Determinación del Problema

La Tecnología RFID, ha conseguido mucho auge en los últimos años, debido a la relativa reducción de precios en el mercado, al incremento en sus capacidades y a las ventajas que presenta frente a otras tecnologías de auto identificación.

La Tecnología RFID, ha revolucionado la vida de las personas por sus diversas aplicaciones. Al estar involucrada en la cadena de producción y distribución de las fábricas, generará grandes beneficios tales como: especificación de la línea de producción, verificación de la calidad de los productos, elaboración de inventaros automáticos, a partir de que éstos ingresan al almacén de las

tiendas; conocimiento sobre el momento de abastecimiento y cobro automático del carrito al pasarlo frente a la caja

La Tecnología RFID, se usa por la seguridad que presenta actualmente, la adaptabilidad que posee, y además, de ser una innovación tecnológica que poco a poco va tomando fuerza en el sector industrial.

En el campo industrial, una de las aplicaciones principales, se orienta el RFID a la gestión y visibilidad de la cadena de suministro, desde la fabricación hasta el punto de venta, así como hacia el control de la calidad, automatización y reducción de tiempos y costes de producción, y detección de falsificaciones. Para ello se trabaja en el diseño de equipos y etiquetas adecuadas para el seguimiento de artículos, cajas o pallets.

## 1.4. Formulación del Problema

### 1.4.1. Problema General

- ¿La implementación del sistema RFID, Mejorará la productividad de una planta de producción de vidrio templado?

## 1.5. Justificación del Problema

La ciencia y la tecnología avanzan vertiginosamente, generando la necesidad de adquirir y difundir los nuevos conocimientos en este mundo globalizado. La tecnología RFID está siendo utilizada por diversas empresas e instituciones en diferentes partes del mundo. En el Perú esta tecnología aún no está muy difundida, son pocas las empresas e instituciones que vienen haciendo uso de los sistemas RFID. Sobre todo en los inventarios que juegan un papel relevante en la economía de toda

organización; el propósito fundamental de la gestión de inventarios es la reducción de costos, mejorar la eficiencia de los procesos de producción, mejorar el servicio al cliente.

El mercado en el que actualmente se desarrollan las actividades de las empresas, está caracterizado por un creciente grado de exigencia, demandándose una mayor variedad de productos, con buena calidad, a un precio ajustado y con un alto nivel de servicio.

Estos beneficios de utilizar la Tecnología RFID, derivan principalmente de la optimización por la automatización de los procesos de gestión de la cadena de suministro.

Algunos ejemplos a destacar son:

1) Reducción de inventarios como resultado de una mejor visibilidad del stock. Permite llevar a cabo la trazabilidad y visibilidad a lo largo de la cadena de producción y de suministro, con mayor fiabilidad y agilidad que con los sistemas actuales, lo que ayuda a las compañías a adoptar políticas de planificación de stocks más ajustadas a las necesidades reales.
2) Mejora del nivel de servicio. Gracias a un mayor control en las entregas de los pedidos a clientes, se puede asegurar una trazabilidad de pedidos mucho más fiable, lo que se traduce en una disminución de errores y por tanto devoluciones, redundando en ahorro de costes administrativos y en aumento de ventas.
3) Mejora de la eficiencia y reducción de costes operativos y laborales. Al no ser necesario hacer coincidir en la misma línea visual la unidad lectora y el chip, como sí ocurre con el código de barras, se puede recurrir al uso de arcos de lectura fijos similares a los que encontramos en las tiendas para prevenir hurtos.

4) Exactitud en la identificación de mercancía. Como la recogida de información no depende de operaciones manuales, se consigue aumentar notablemente la seguridad y exactitud en el proceso de altas y bajas de inventarios.
5) Disminución de la pérdida desconocida por hurto externo, interno o errores administrativos, destrucción de materia prima y producto terminado, como consecuencia de las mejoras mencionadas anteriormente.

## 1.6. Importancia de la Investigación

La planificación, producción, control y distribución de productos y/o servicios son la base del trabajo de los Ingenieros Industriales, a lo largo de toda la cadena de abastecimiento.

Trabajan con artículos, insumos y materiales, así como con máquinas y equipos, de los cuales se debe conocer su ubicación exacta en todo momento con la finalidad aprovechar los recursos eficientemente.

Uno de los sectores donde la Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) aporta un mayor valor añadido es el de la Logística, en el que su uso se está imponiendo como tecnología básica para el desarrollo de soluciones globales para centros de almacenamiento y distribución.

Las claves de esta adopción generalizada están en los beneficios derivados de la automatización de procesos, consiguiendo una reducción de tiempo y errores. Así mismo la mejor visibilidad de los productos a lo largo de la cadena de suministro permite el desarrollo de aplicaciones para la trazabilidad.

Existen múltiples posibilidades y distintos niveles de adopción de la tecnología RFID, pudiendo etiquetarse según la aplicación, a nivel de pallet, caja o elemento. Del mismo modo, el nivel de integración con los servicios de información existentes en la empresa permite dinamizar procesos existentes como la facturación de expediciones.

Por otra parte, la importancia del departamento de Logística en la organización, radica en que reforzará los recursos en un ambiente sostenible, a los cuales se debería poder acceder en condiciones de equidad y solidaridad, contribuyendo a la gestión del talento humano en la empresa minera.

Con el diseño de la Tecnología RFID en la planta de producción de vidrio templado, se contribuye al logro de la visión institucional, según la cual, la organización se convertirá en modelo para la gestión de inventarios, y su interacción con los otros departamentos de la empresa.

## 1.7. Limitaciones de la Investigación

A pesar de los numerosos beneficios que reporta la utilización de la Tecnología RFID, pueden aparecer ciertas restricciones o dificultades en el proceso, como pueden ser:

- La falta de consenso político existente en nuestras organizaciones o voluntad mayoritaria para aprobar y ejecutar la realización de la propuesta, puede ocasionar que, aún iniciado el proceso, este no tenga resultados satisfactorios o no se consiga su sostenibilidad en el tiempo.

- La ejecución de la Implementación conlleva una inversión económica derivada tanto en recursos técnicos, económicos como en personal.
- La cultura participativa inexistente en la organización, puede suponer un freno al proceso, ya sea por desinterés o recelo de los agentes socioeconómicos.

## 1.8. Objetivos de la Investigación

### 1.8.1. Objetivo General

- Implementar un sistema RFID para mejorar la productividad de una planta de producción de vidrio templado.

## 1.9. Hipótesis de Trabajo

### 1.9.1. Hipótesis General

- La implementación del sistema RFID, consigue mejorar la productividad de una planta de producción de vidrio templado.

## 1.10. Operacionalización de las variables

Las variables de trabajo para las hipótesis formuladas son las siguientes:

- **Variable dependiente:** Productividad
  - **Indicadores:**
  - Reducción de horas extra
  - Ahorro en costo por inventarios
  - Ahorro en costo por perdidas, robos y demoras
- **Variable independiente:** Sistema RFID.

# Capítulo II

# 2. Marco teórico

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es una tecnología de captura e identificación automática de información contenida en etiquetas electrónicas (tags). Cuando estas etiquetas entran en el área de cobertura de un lector RFID, éste envía una señal para que la etiqueta le transmita la información almacenada en su memoria, habitualmente un código de identificación. (Huidobro, 2010, pág. 37)

## 2.1. Tecnologías de auto identificación

Según Sánchez Carrillo (2009), a lo largo de los años han surgido distintas tecnologías orientadas a la auto identificación. Es necesario, hacer un análisis de las tecnologías de identificación existentes y la comparación con sus principales características; es decir ventajas y desventajas.

En las últimas décadas, distintas tecnologías para la identificación, se encuentran disponibles en el mercado. Se recuerda al código de barras, como uno de los principales exponentes, que ha logrado penetrar en todas las cadenas de distribución, almacenes y sistemas de control de acceso para identificación.

En años recientes, ha entrado al mercado de las nuevas tecnologías, la Tecnología RFID, con mucho éxito. Esta tecnología posee grandes ventajas tecnológicas, frente a los competidores tradicionales, en adición los bajos de inversión.

La Tecnología RFID es, sin duda, una de las tecnologías de comunicación que ha experimentado un crecimiento más acelerado y sostenido en los últimos tiempos.

Las posibilidades de la lectura a distancia de la información contenida en una etiqueta, sin contacto físico, y la capacidad para realizar múltiples lecturas (y en su caso, escrituras) simultáneamente, abre un conjunto muy extenso de aplicaciones en una gran variedad de ámbitos, desde la trazabilidad y control de inventario, hasta la localización y seguimiento de personas y bienes, o la seguridad en el control de accesos (Portillo, 2008).

La Tecnología RFID, es un sistema de auto identificación inalámbrico, el cual consiste de etiquetas que almacenan información y lectores que pueden leer a estas etiquetas a distancia.

La Tecnología RFID, está siendo adoptada cada vez por más industrias debido a que su costo es cada vez menor y sus capacidades son mayores. Permitiendo generar grandes beneficios, como incrementos en la productividad y la gestión total de las cadenas de suministro: transporte, seguridad y control de inventarios.

La Tecnología RFID, es una tecnología con un carácter emergente, por lo reciente a las posibilidades de su aplicación industrial. Son muchos los sectores de la economía que se pueden beneficiar de las principales ventajas que ofrece esta tecnología, las que son:

- Posibilidad de almacenar un volumen importante de información en pequeñas etiquetas.
- Posibilidad de interactuar en tiempo real, la información de esas etiquetas.

- Posibilidad de lectura remota de la información y, de lecturas de múltiples etiquetas de forma simultánea.
- Posibilidad de localizar el entorno inmediato donde se encuentra ubicada una determinada etiqueta.

Existen diversas tecnologías, tales como: sistemas biométricos, tarjetas magnéticas, código de barras, RFID y memorias de contacto que se describen en los siguientes párrafos.

### 2.1.1. Sistemas biométricos

"La biometría es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento único de humanos basados en uno o más rasgos conductuales o físicos intrínsecos. El término se deriva de las palabras griegas "bios" de vida y "metron" de medida." (Menendez, 2009)

La "biometría informática" es la aplicación de técnicas matemáticas y estadísticas sobre los rasgos físicos o de conducta de un individuo, para "verificar" identidades o para "identificar" individuos.

Los sistemas biométricos, realizan el acceso, a través de las características físicas. Algunas de las técnicas biométricas que existen son:

- Reconocimiento de iris.
- Reflexión por retina.
- Geometría de la mano.
- Geometría facial.
- Termografía mano, facial.
- Huellas dactilares.
- Patrones de reconocimiento de la voz.

La desventaja de este tipo de sistemas de reconocimiento, es su elevado costo.

El código de barras ha sido el gigante, durante mucho tiempo; es la tecnología más utilizada en los negocios, para identificar los productos. Realiza la identificación, codificando datos en una imagen formada por combinaciones de barras y espacios. Las imágenes son leídas por la lectura óptica, existiendo la comunicación, con los datos almacenados en las memorias de una computadora.

Proporciona las mismas ventajas que las tarjetas magnéticas y no es necesario el contacto físico entre la tarjeta y el lector, no obstante debe de existir una línea de vista entre ellos. Este tipo de sistema es barato, sin embargo, estas tarjetas son fácilmente falsificables o alterables siendo esto una gran debilidad para un sistema estricto de control de acceso, por lo que esta desventaja es significativa para descartar el uso de tarjetas por código de barras para esta aplicación.

**Figura 2.1 Identificación biométrica**

Fuente: Consejo profesional de ingeniería de Tucumán

## 2.1.2. Bandas magnéticas

Común mente en forma de tarjetas, la banda magnética normalmente se ubica en la cara posterior de la tarjeta y está hecha de un material magnético similar a los usados para cintas de audio y video. La información es magnéticamente codificada en la banda mediante el ordenamiento planificado de partículas magnéticas, posee un código para identificarlas rápidamente. Los usos que se les da a estas tarjetas son:

- Tarjeta de crédito y de débito ya comentadas.
- En cerraduras electrónicas.
- Cajas fuertes.
- Vale como pago de un servicio. Dispensación de agua, tiempo de juego en una máquina,

hasta para pagar un viaje de colectivo o un pago en línea.

En la figura se muestran algunas bandas magnéticas.

**Figura 2.2 Bandas magnéticas**


Fuente: http://www.sisdid.com

## 2.1.3. Código de Barras

"Es un código basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información." (Duradisc, 2008)

La información se procesa y almacena con base en un sistema digital binario donde todo se resume a sucesiones de unos y ceros. La memoria y central de decisiones lógicas es un computador electrónico del tipo estándar. (Duradisc, 2008)

Las impresiones de código de barra son leídas con un scanner (unidad de rastreo), el cual mide la luz reflejada e interpreta la clave en números y letras para luego alimentar esta información a otros sistemas.

**Componentes:**

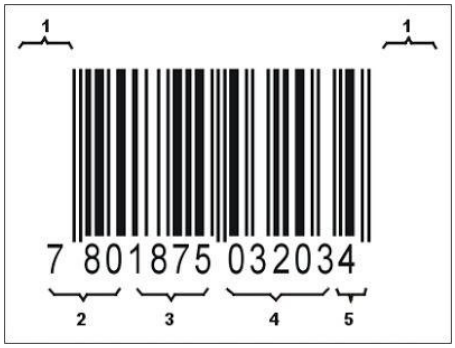
**Módulo:** Es la unidad mínima o básica de un código. Las barras y espacios están formados por un conjunto de módulos.

**Barra:** El elemento (oscuro). Se hace corresponder con el Valor binario 1.

**Espacio:** El elemento (claro) . Se hace corresponder con el valor binario 0.

**Carácter:** Formado por barras y espacios. Normalmente se corresponde con un carácter alfanumérico

**Figura 2.3Código de Barras**




Fuente: http://logisticaenchile.blogspot.pe

## 2.2. La Tecnología RFID

Según Godínez Gonzales (2008), La Tecnología de la identificación por radiofrecuencia, es una tecnología básicamente de captura e identificación automática de información contenida en etiquetas (*tags* o transpondedores).

Cuando estos transpondedores entran en el área de cobertura de un lector RFID, el lector, envía una señal para que la etiqueta le transmita la información almacenada en su memoria. Una de las claves de esta tecnología es que la recuperación de la información contenida en la etiqueta se

realiza vía radiofrecuencia y sin necesidad de que exista contacto físico o visual (línea de vista) entre el dispositivo lector y las etiquetas, aunque en muchos casos se exige una cierta proximidad de esos elementos.

El uso de la tecnología RFID, tendrá un impacto importante sobre la actividad diaria de las organizaciones, cuando cada vez, más productos sean etiquetados y lleguen a los clientes finales propiciando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios basados en RFID.

Desde este punto de vista, resulta claro que RFID ofrece interesantes potencialidades, por ser más versátil en las aplicaciones de identificación tradicionales, basadas en el código de barras.

La Tecnología RFID, es un método de almacenamiento y recuperación remota de datos, basado en el empleo de etiquetas, en las que reside la información.

Como toda tecnología, de gran aplicación a nivel comercial; para el desarrollo del RFID, es fundamental la existencia de estándares internacionales que recojan los protocolos de comunicación y los modos de operación para conseguir un funcionamiento global.

RFID se basa en un concepto similar al del sistema de código de barras; la principal diferencia entre ambos reside en que el segundo utiliza señales ópticas para transmitir los datos entre la etiqueta y el lector, y RFID, en cambio, emplea señales de radiofrecuencia, en bandas dependientes del tipo de sistema, como por ejemplo 125 KHz, 13,56 MHz, 433-860-960 MHz y 2,45 GHz).

La característica principal de este sistema de identificación, es que el chip de RFID, permite almacenar en su interior información de identificación que confiere a cada uno de los elementos etiquetados un carácter único.

En la comunicación por radiofrecuencia, es importante, la incorporación de una antena RF, en cada uno de los dispositivos implicados en la comunicación, su forma y características depende de la banda de frecuencia en la que funcionen.

El sistema RFID, está compuesto de cuatro elementos. El modo de operación de un sistema RFID, consiste en la identificación localizada y automática de objetos etiquetados. Dentro de este objetivo final, cada uno de los componentes del sistema tiene su función particular que permite que, de forma secuencial, se lleve a cabo el proceso de identificación.

Los componentes básicos de un sistema RFID son: *tag,* el lector, la antena RF y el sistema administrador de la información.

Una etiqueta RFID, también llamada *tag* o transpondedor (transmisor y receptor). La etiqueta se inserta o adhiere en un objeto, animal o persona, portando información sobre el mismo. En este contexto, la palabra "objeto" se utiliza en su más amplio sentido: puede ser un vehículo, una tarjeta, una llave, un paquete, un producto, una planta, entre otros.

Consta de un microchip que almacena los datos y una pequeña antena que habilita la comunicación por radiofrecuencia con el lector.

Un lector o interrogador, encargado de transmitir la energía suficiente a la etiqueta y de leer los datos que le envíe la etiqueta. Es un módulo de radiofrecuencia (transmisor y receptor), una unidad de control y una antena para interrogar los *tags* vía radiofrecuencia.

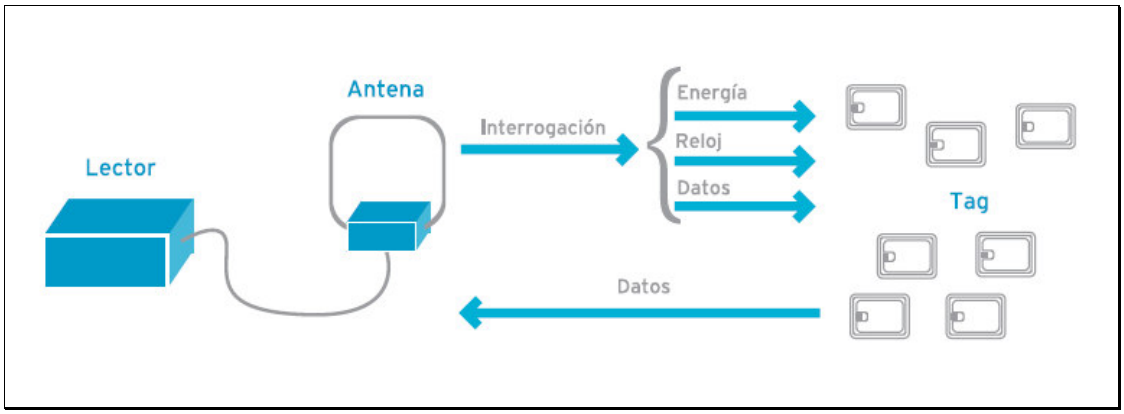
El lector esta equipado con interfaces estándar de comunicación, que permiten enviar los datos recibidos de la etiqueta a un subsistema de procesamiento de datos, como puede ser un ordenador personal o una base de datos.

Algunos lectores, llevan integrado un programador que añade a su capacidad de lectura, la habilidad para escribir información en las etiquetas.

Comúnmente, un lector, se considera, un dispositivo capaz de leer la etiqueta.

Un ordenador o controlador, desarrolla la aplicación RFID. Recibe la información de uno o varios lectores y se la comunica al sistema de información. También transmite órdenes al lector. Ver la figura 2.4

**Figura 2.4 Elementos del sistema RFID**



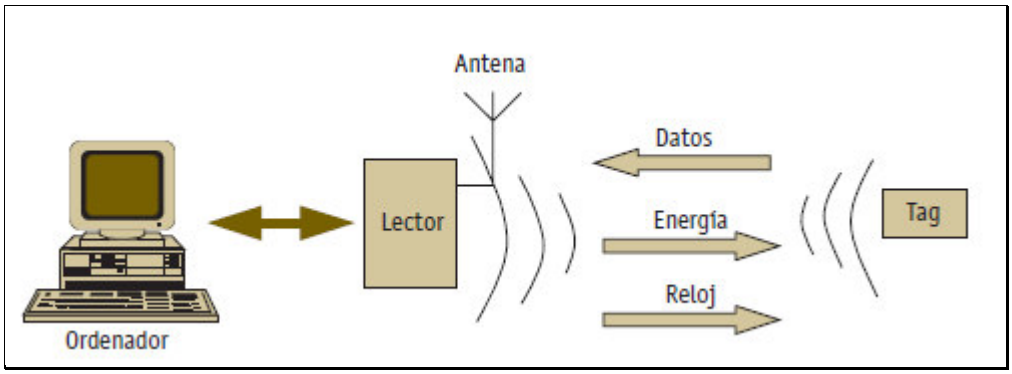

Fuente: http://logisticaenchile.blogspot.p

## 2.3. Funcionamiento y componentes

Según Sánchez Carrillo (2009), La gran diversidad de sistemas RFID, permite, satisfacer un amplio abanico de aplicaciones para los que pueden ser utilizados. A pesar de que los aspectos tecnológicos pueden variar, todos poseen el mismo principio de funcionamiento:

1) Se equipa a todos los objetos a identificar, controlar o seguir, con una etiqueta RFID.
2) La antena del lector o interrogador emite un campo de radiofrecuencia que activa las etiquetas.
3) Cuando una etiqueta ingresa en dicho campo, utiliza la energía y la referencia temporal recibidas, para realizar la transmisión de los datos almacenados en su memoria. En el caso de etiquetas activas, la energía necesaria para la transmisión proviene de la batería de la propia etiqueta.
4) El lector recibe los datos y los envía al ordenador de control para su procesamiento.

**Figura 2.5 Funcionamiento del sistema RFID**




Fuente: http://logisticaenchile.blogspot.pe

Como podemos ver en la Figura 2.2, existen dos interfaces de comunicación:

1) Interfaz Lector-Sistema de Información, donde la conexión se realiza a través de un enlace de comunicaciones estándar, que puede ser local o remoto y cableado o inalámbrico como el RS 232, RS 485, USB, Ethernet, WLAN, GPRS, UMTS, etc.
2) Interfaz Lector-Etiqueta (tag), donde es el enlace de radio, con sus propias características de frecuencia y protocolos de comunicación.

El transpondedor es el dispositivo que va embebido en una etiqueta o tag y contiene la información asociada al objeto al que acompaña, transmitiéndola cuando el lector la solicita.

Está compuesto principalmente por un microchip y una antena. Adicionalmente puede incorporar una batería para alimentar sus transmisiones o incluso algunas etiquetas más sofisticadas pueden incluir una circuitería extra con funciones adicionales de entrada/salida, tales como registros de tiempo u otros estados físicos que pueden ser monitorizados mediante sensores apropiados (de temperatura, humedad, etc.).

El tag o etiqueta RFID, o en ámbito de la electrónica "transpondedor", es el componente estrella del sistema RFID. Se denomina dispositivo "transpondedor", por su modo de operación básico, tiene capacidad de recibir y transmitir señales, pero sólo transmitirá a modo de respuesta ante una posible petición de un dispositivo "transceptor" o lector RFID.

El tag es un pequeño chip (circuito integrado), adaptado a una antena de radiofrecuencia (RF) que permite la comunicación vía radio. Estos dos elementos integrados sobre un substrato, forman lo que se conoce como tag. Dependiendo de la aplicación final del sistema de identificación,

el substrato donde se encapsula el chip y la antena RF, será diferente permitiendo la adaptación de sus características a los requisitos de la aplicación.

El microchip incluye:

1) Una circuitería analógica que se encarga de realizar la transferencia de datos y de proporcionar la alimentación.
2) Una circuitería digital que incluye:
    - La lógica de control.
    - La lógica de seguridad.
    - La lógica interna o microprocesador.
3) Una memoria para almacenar los datos. Esta memoria suele contener:
    - Una ROM (Read Only Memory) o memoria de sólo lectura, para alojar los
    - datos de seguridad y las instrucciones de funcionamiento del sistema.
    - Una RAM (Random Access Memory) o memoria de acceso aleatorio, utilizada para facilitar el almacenamiento temporal de datos durante el proceso de interrogación y respuesta.
    - Una memoria de programación no volátil.

Las principales variables que influyen en el coste de las etiquetas son el tipo y cantidad que se adquieran. Respecto a la cantidad, la relación está clara: cuantas más etiquetas se compren, menor será su precio.

En relación al tipo de etiquetas, se pueden considerar los siguientes factores:

- La complejidad de la lógica del circuito, de la construcción de la etiqueta o de su capacidad de memoria, influirá en el coste tanto de los transpondedores como de los lectores y programadores.

- La forma de la etiqueta, es decir, el modo en que el dispositivo es encapsulado para formar la etiqueta. Algunas aplicaciones pueden requerir carcasas robustas, mecánica o químicamente, o de alta tolerancia a las variaciones de la temperatura, debido a las condiciones de trabajo a las que deben funcionar. El encapsulado en dichas circunstancias puede representar una proporción significativa del coste total del transpondedor (el 30%).
- La frecuencia de trabajo de la etiqueta. En general, los transpondedores de baja frecuencia son más baratos que los de alta frecuencia.
- El tipo de etiqueta*:* posibilidades de lectura/escritura, activas o pasivas. Los tags pasivos son más baratos que los activos.

El dispositivo lector, o en ámbito de electrónica "transceptor", actúa como estación de identificación transmitiendo señales de petición hacia los tags y recibiendo las respuestas a estas peticiones. Es un dispositivo receptor/transmisor radio, que incorpora además de los subsistemas de transmisión y recepción, un procesador de señales digitales que lo dota de mayor funcionalidad y complejidad en sus operaciones. Un dispositivo lector, necesitará de una o varias antenas RF para transmitir la señal generada y recibir la respuesta del tag.

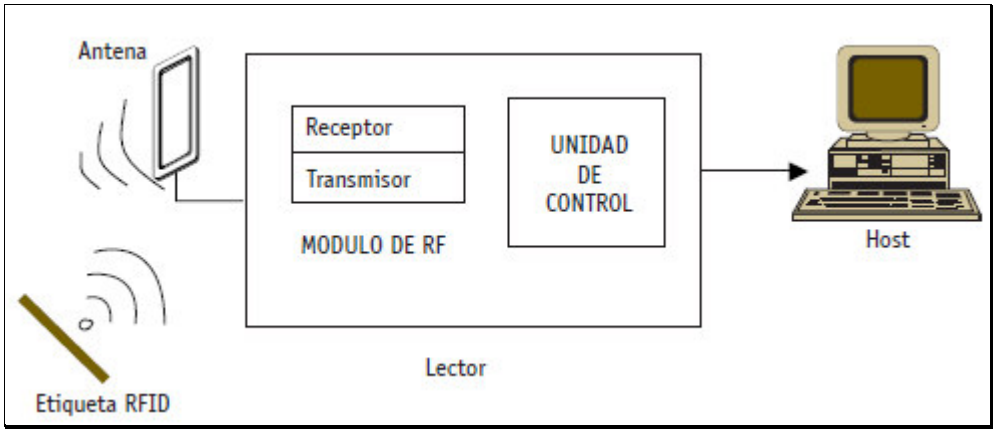
**Figura 2.6 Lectores RFID**

Fuente: http://logisticaenchile.blogspot.pe

Un lector o interrogador, es el dispositivo que proporciona energía a las etiquetas, lee los datos que le llegan de vuelta y los envía al sistema de información. Asimismo, también gestiona la secuencia de comunicaciones con el lector.

Con el fin de cumplir tales funciones, está equipado con un módulo de radiofrecuencia (transmisor y receptor), una unidad de control y una antena. Además, el lector incorpora un interfaz a un PC, *host* o controlador, a través de un enlace local o remoto: RS232, RS485, Ethernet, WLAN (RF, WiFi, Bluetooth, etc.), que permite enviar los datos del transpondedor al sistema de información. Ver la figura 2.7.

**Figura 2.7 El lector o interrogador**




Fuente: http://logisticaenchile.blogspot.pe

## 2.3.1. Detalles de funcionamiento

Según Godínez Gonzales (2008), Los lectores RFID y las etiquetas se comunican entre sí a través de ondas y pueden ser transmitidas en varias frecuencias que tienen propiedades diferentes dependiendo del medio ambiente.

El lector RFID opera en las siguientes frecuencias:

- 125 KHz (Baja frecuencia - LF)
- 13.56 MHz (Alta frecuencia - HF)
- 860-960 MHz (Ultra frecuencia - UHF)
- 2.45 GHz ó 5,8 GHz (Muy alta frecuencia - VHF)

No hay una única frecuencia que permita cubrir todas las soluciones cada una tiene ventajas y desventajas que se deberán identificar para ajustar a las necesidades.

### 2.3.2. RFID Estándar.

Según Harvey Lehpamer (2008), Existen estándares establecidos, algunos relativamente nuevos y muchas otras propuestas que se ocupan de la tecnología RFID.

Los estándares nos permiten asegurar:

- Crecimiento del mercado.
- Implementación sin sobresaltos en cadenas de abastecimiento abiertas. Reducción de costos debido a una mayor competencia y mayores volúmenes.
- Interoperabilidad entre proveedores de soluciones.

Estos estándares son aplicables a:

- Formato y contenido de la codificación de las etiquetas.
- Protocolos y frecuencias utilizados por los lectores y las etiquetas. Métodos para reforzar la seguridad y resistencia.
- Arquitectura de red-software y middleware.

Los estándares de RFID abordan cuatro áreas fundamentales:

- **Protocolo en el interfaz aéreo**: Especifica el modo en el que etiquetas RFID y lectores se comunican mediante radiofrecuencia.
- **Contenido de los datos**: Especifica el formato y semántica de los datos que se comunican entre etiquetas y lectores.
- **Certificación**: Pruebas que los productos deben cumplir para garantizar que cumplen los estándares y pueden inter operar con otros dispositivos de distintos fabricantes.

**2.3.3. Aplicaciones**: Como se utilizan las normas y los sistemas RFID en las Diferentes áreas.RFID Middleware

Es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, o paquetes de programas, redes, hardware y/o sistemas operativos. Éste simplifica el trabajo de los programadores en la compleja tarea de generar las conexiones y sincronizaciones que son necesarias en los sistemas distribuidos. De esta forma, se provee una solución que mejora la calidad de servicio, así como la seguridad, el envío de mensajes, la actualización del directorio de servicio, etc.

Funciona como una capa de abstracción de software distribuida, que se sitúa entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores (sistema operativo y red). El middleware abstrae de la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una API para la fácil programación y manejo de aplicaciones distribuidas. Dependiendo del problema a resolver y de las funciones necesarias, serán útiles diferentes tipos de servicios de middleware. Por lo general el middleware del lado cliente está implementado por el sistema operativo, el cual posee las bibliotecas que ejecutan todas las funcionalidades para la comunicación a través de la red.

El middleware para identificación por radiofrecuencia RFID, es la plataforma existente entre los lectores de TAGs y los sistemas de gestión empresariales para trabajar, gobernar y enviar los datos captados por el hardware RFID.

**Figura 2.8 MIDDLEWARE RFID**


http://www.tagingenieros.com

**Ventajas del RFID**

- Todos los datos que transportan las etiquetas RFID serán captados por los lectores y enviados al sistema Middleware RFID
- La información sobre determinado producto puede ser consultada desde cualquier parte del mundo, en cualquier momento
- Es actualmente la manera más inmediata y precisa que puede utilizarse para identificar y localizar de forma automática cualquier tipo de producto
- Lectura más veloz y precisa de su información**,**
- disminuye los niveles en el inventario y las posible roturas de los elementos de stock
- Permite a las empresas enfrentar la problemática de las posibles falsificaciones de productos propios
- previene el robo en las tiendas de venta.

**Desventajas del RFID**

- El coste de los tags.
- El abuso a la privacidad, la documentación electrónica almacena información privada y algunos datos biométricos de los individuos.
- vulnerabilidades en el software RFID
- Las etiquetas y los tags RF transfieren información a través de ondas de radio y están sujetas a interferencias, predominantemente en los productos de metal y líquidos
- Una de las principales ventajas que conlleva el uso de la tecnología RFID es el elevado grado de automatización. Esto puede convertirse en un arma de doble filo, ya que, finalmente, repercutirá en una disminución y/o redistribución de la mano de obra y de los puestos de trabajo, desde el punto de vista social.

## 2.4. Aplicaciones actuales de la RFID

Según Lazarán Yaitul (2008), en su tesis "Identificación Por Radiofrecuencia en la Ganadería", hace un amplio estudio la tecnología RFID, y la diversidad de sus aplicaciones, las cuales están orientadas por el tipo de etiquetas que se utilizan. Esta forma de clasificar las aplicaciones se mantiene en la actualidad, como podemos ver a continuación:

### 2.4.1. Almacenamiento

Los procedimientos similares a aquellos descritos para recibir y manipular materiales pueden ser aplicados a las operaciones de almacenamiento. Las capacidades de lectura automática sin importar

la orientación de los artículos de los sistemas RFID pueden ser muy valiosas para las operaciones de almacenamiento. Las zonas de lectura pueden ser creadas para monitorear automáticamente ciertas áreas de la instalación, como por ejemplo la ubicación de un anaquel, aumentar la seguridad del área de almacenamiento o lote de contenedores, y registrar automáticamente todos los movimientos. Se puede crear reglas de negocios para emitir mensajes de alerta si existen algunas condiciones, como por ejemplo si los artículos son transportados después de horas hábiles, al haber un volumen inusual de transacciones, y si se mueven artículos con un valor monetario en particular. Al integrar el sistema RFID con las redes y las aplicaciones de la empresa, los datos de monitoreo y alerta pueden ser comunicados automáticamente a los gerentes o al personal de seguridad, y también pueden ser integrados en el sistema de gestión de almacenes y en otras aplicaciones de software. Para las operaciones de recolección, los empleados pueden escanear los anaqueles y gabinetes con un lector RFID para detectar automáticamente la ubicación de los artículos buscados. El sistema también puede detectar artículos almacenados en la ubicación equivocada y alertar a los operadores con respecto al problema. El uso de tecnología RFID para estas aplicaciones permite que los artículos auto reporten sus ubicaciones, en vez de requerir intervención humana para localizarlos. De este modo se reduce el número de errores, se ahorra mano de obra y se disminuyen los costos.

### 2.4.2. Producción

Las empresas manufactureras pueden aprovechar las etiquetas inteligentes para el trabajo en proceso y el rastreo a largo plazo, la gestión de materiales, el control de inventario, el servicio y mantenimiento de equipo, y más. Los tags RFID pueden resistir la exposición al calor, la humedad, los disolventes, los abrasivos y demás condiciones que impactan negativamente el rendimiento de los códigos de barras en los ambientes industriales, de modo que la tecnología proporciona una

manera de adquirir nueva visibilidad en las operaciones de manufactura. Según, al crear procesos que aprovechan la visibilidad que proporcionan los sistemas RFID, los fabricantes pueden reducir las existencias en inventario de 10 a 30 por ciento, y generar los beneficios relacionados con menos artículos agotados, la mejor utilización de activos, y la reducción en los requisitos de capital de trabajo.

Hay que tomar en consideración la manera en que la tecnología RFID puede mejorar la gestión de materia prima. Las paletas de materiales llegan a la puerta de desembarque donde los lectores estacionarios recopilan información sobre el tipo de los artículos y el proveedor de los mismos. En un ambiente "justo a tiempo", el lector puede activar una señal de alerta indicando que los materiales necesarios han llegado, e indicar al operador del montacargas

Que puede entregar los materiales a la estación de trabajo. Los lectores adheridos a los montacargas pueden registrar la recepción de los materiales y el lector de la estación de trabajo puede registrar la entrega ahí misma. De manera alternativa, los artículos etiquetados pueden ser dirigidos automáticamente a través de un sistema de fajas transportadoras para ser entregados sin intervención de ningún empleado. Los cajones con partes pueden ser gestionados de manera similar.

Las etiquetas inteligentes aplicadas a los sub-ensamblajes y componentes automatizan el rastreo del trabajo en proceso y pueden ser usadas para identificar el producto mientras sea necesario, lo cual es de mucha utilidad al procesar devoluciones, solicitudes de servicio y reclamos de garantía. Las etiquetas inteligentes tienen suficiente memoria para almacenar información de configuración además de tener un componente especial. Como parte del control de calidad anterior al ensamblaje o empaque final, los productos podrían ser leídos para verificar que todos los componentes requeridos en la configuración apropiada estén presentes dentro del ensamblaje. El proceso podría evitar tener que descartar productos y podría ser completado más rápidamente que

mediante pruebas e inspecciones manuales. La lectura automática a alta velocidad permite la validación de cada ensamblaje, en vez de tener que comprobar la presencia de artículos individuales en la planta.

### 2.4.3. Logística

La logística global de la cadena de suministro es la aplicación de mayor crecimiento para la tecnología RFID, y hasta es posible que se convierta en la de mayor magnitud. La mayoría de las aplicaciones involucran la aplicación de una etiqueta inteligente al contenedor logístico, que podría ser una paleta, una caja, un cartón, un barril, un cilindro, una bolsa, etc., para proporcionar información de envío o para el rastreo a largo plazo del contenedor. El beneficio clave de usar un sistema RFID es la habilidad de leer todo el contenido de paletas mixtas a la vez durante las operaciones de manipulación de materiales, como por ejemplo al cargar o descargar camiones.

Los lectores RFID pueden identificar docenas de tags simultáneamente y leer a través del empaque. Estas características crean oportunidades interesantes para la identificación automática de todo el contenido de paletas y contenedores de tránsito, así como de los artículos en su interior.

La gestión de paletas, bolsas y demás contenedores de tránsito retornables con sistemas

RFID representa una de las mayores oportunidades para ahorrar costos que puede proporcionar esta tecnología. Muchos contenedores retornables no son devueltos jamás desde los sitios de los clientes después del envío, lo cual fuerza a las compañías a que mantengan un exceso de inventario para garantizar el suministro adecuado de los materiales a ser enviados en el momento en que se necesitan.

La identificación de contenedores retornables con etiquetas inteligentes o tags fijos permite que las compañías aumenten sus aplicaciones de envío con codificación de barras de legado al

registrar automáticamente los materiales enviados a los clientes. Las compañías pueden encontrar sus propias paletas en lotes o plataformas de carga al estar apilados con miles de artículos que pertenecen a docenas de compañías. El mayor nivel de rastreo permitirá que las organizaciones disminuyan sus costos de materiales y proporcionará una pista de auditoria que pueda ser usada para facturar a los clientes en caso de que los materiales no sean devueltos. El valor de estas aplicaciones ha sido comprobado en muchas operaciones reales.

## 2.5. Aplicaciones potenciales de la RFID

Según Syed A. Ahson Mohammad Ilyasm (2006), Las etiquetas RFID se ven como una alternativa que reemplazará a los códigos de barras UPC o EAN, puesto que tienen un número de ventajas importantes sobre la arcaica tecnología de código de barras. Quizás no logren sustituir en su totalidad a los códigos de barras, debidos en parte a su costo relativamente más alto. Para algunos artículos con un coste más bajo la capacidad de cada etiqueta de ser única se puede considerar exagerado, aunque tendría algunas ventajas tales como una mayor facilidad para llevar a cabo inventarios.

También se debe reconocer que el almacenamiento de los datos asociados al seguimiento de las mercancías a nivel de artículo ocuparía muchos terabytes. Es mucho más probable que las mercancías sean seguidas a nivel de palés usando etiquetas RFID, y a nivel de artículo con producto único, en lugar de códigos de barras únicos por artículo.

Los códigos RFID son tan largos que cada etiqueta RFID puede tener un código único, mientras que los códigos UPC actuales se limitan a un solo código para todos los casos de un producto particular. La unicidad de las etiquetas RFID significa que un producto puede ser seguido individualmente mientras se mueve de lugar en lugar, terminando finalmente en manos del

consumidor. Esto puede ayudar a las compañías a combatir el hurto y otras formas de pérdida del producto. También se ha propuesto utilizar RFID para comprobación de almacén desde el punto de venta, y sustituir así al encargado de la caja por un sistema automático que no necesite ninguna captación de códigos de barras. Sin embargo no es probable que esto sea posible sin una reducción significativa en el coste de las etiquetas actuales. Se está llevando a cabo una investigación sobre la tinta que se puede utilizar como etiqueta RFID, que reduciría costes de forma significativa. Sin embargo, faltan todavía algunos años para que esto dé sus frutos.

### 2.5.1. El Gen 2

Según Brenner, Michael en su artículo "Sistemas Biométricos" (2016), Una organización llamada EPC global está trabajando en un estándar internacional para el uso de RFID y EPC en la identificación de cualquier artículo en la cadena de suministro para las compañías de cualquier tipo de industria, en cualquier lugar del mundo. El consejo superior de la organización incluye representantes de EAN International, Uniform Code Council, The Gillette Company, Procter & Gamble, Wal-Mart, Hewlett-Packard, Johnson & Johnson, SATO y Auto-ID Labs. Algunos sistemas RFID utilizan estándares alternativos basados en la clasificación ISO 18000-6.

El estándar gen 2 de EPC global fue aprobado en diciembre de 2004, y es probable que llegue a formar la espina dorsal de los estándares en etiquetas RFID de ahora en adelante. Esto fue aprobado después de una contención de Intermec por la posibilidad de que el estándar pudiera infringir varias patentes suyas relacionadas con RFID. Se decidió que el estándar en sí mismo no infringía sus patentes, sino que puede ser necesario pagar derechos a Intermec si la etiqueta se leyera de un modo particular. EPC Gen2 es la abreviatura de "EPC global UHF Generation 2".

### 2.5.2. Identificación de pacientes

En julio de 2004, la Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Medicamentos) hizo pública la decisión de comenzar un proceso de estudio que determinará si los hospitales pueden utilizar sistemas RFID para identificar a pacientes Hospital La Fe o para permitir el acceso por parte del personal relevante del hospital a los expedientes médicos. El uso de RFID para prevenir mezclas entre esperma y óvulos en las clínicas de fecundación in vitro también está siendo considerado. Además, la FDA aprobó recientemente los primeros chips RFID de EE.UU. que se pueden implantar en seres humanos. Los chips RFID de 134,2kHz, de Veri Chip Corp., una subsidiaria de Applied Digital Solutions Inc., pueden incorporar información médica personal y podrían salvar vidas y limitar lesiones causadas por errores en tratamientos médicos, según la compañía. La aprobación por parte de la FDA fue divulgada durante una conferencia telefónica con los inversionistas. También se ha propuesto su aplicación en el hogar, para permitir, por ejemplo, que un frigorífico pueda conocer las fechas de caducidad de los alimentos que contiene, pero ha habido pocos avances más allá de simples prototipos.

Otra utilización en el sector sanitario es la localización de expediente clínicos, dentro de un entorno masivo o de almacenes descentralizados, es decir en almacenes fuera del hospital. La gestión de inventario y la localización se pueden mejorar altamente obteniendo resultados increíbles con sólo poner un chip de RFID en los mismos. Además con los dispositivos de lectura masiva, se puede garantizar el 100% de lectura de los expedientes clínicos y conseguir la trazabilidad completa sin problemas y de una manera muy sencilla.

### 2.5.3. Tráfico y posicionamiento

Otra aplicación propuesta es el uso de RFID para señales de tráfico inteligentes en la carretera. Se basa en el uso de transpondedores RFID enterrados bajo el pavimento (radiobalizas) que son leídos por una unidad que lleva el vehículo (OBU, de onboard unit) que filtra las diversas señales de tráfico y las traduce a mensajes de voz o da una proyección virtual usando un HUD (Heads-Up Display). Su principal ventaja comparadas con los sistemas basados en satélite es que las radiobalizas no necesitan de mapeado digital ya que proporcionan el símbolo de la señal de tráfico y la información de su posición por sí mismas. Las radiobalizas RFID también son útiles para complementar sistemas de posicionamiento de satélite en lugares como los túneles o interiores, o en el guiado de personas ciegas.

# Capítulo III

# 3. Aplicación del Sistema RFID en APPLE GLASS

## 3.1. La empresa

APPLE GLASS PERUANA S.A.C. inicia operaciones en el año 1994 en la ciudad Lima como fabricante de cristal templado y laminado automotriz, enfocado principalmente en abastecer al mercado de fabricación y reposición de buses y líneas industriales.

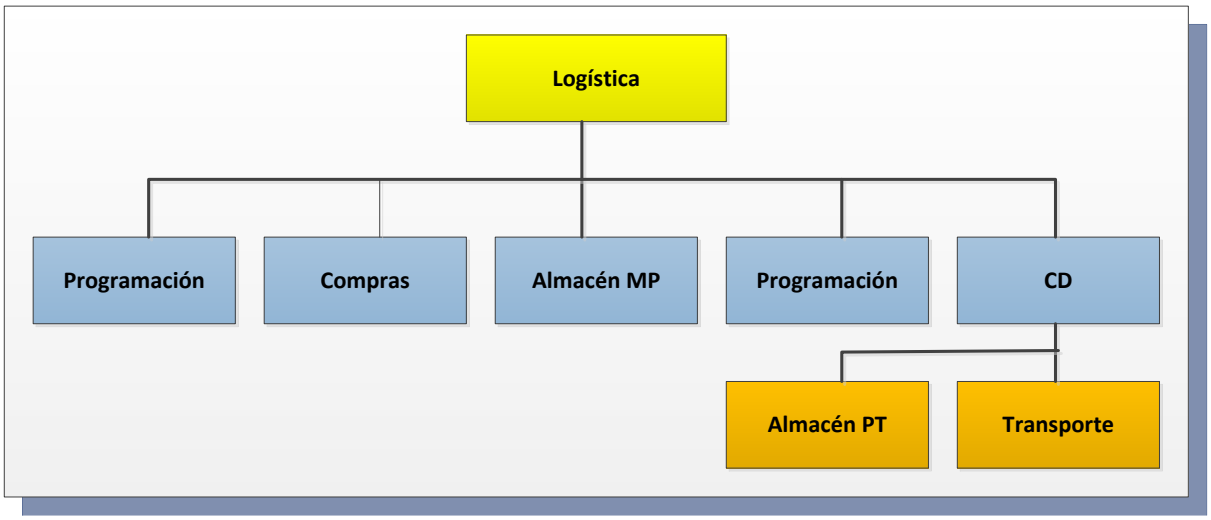
Años más tarde, inicia un largo pero exitoso camino por ampliar el portafolio de productos, enfocándose en el mercado de transporte de pasajeros. En consecuencia, se crean tres divisiones encargadas de la comercialización de accesorios para ómnibus (1999), fabricación de asientos para ómnibus interprovinciales y trenes (2001) y finalmente, ensamblaje de carrocerías para ómnibus (2004).

Apple Glass Peruana S.A.C es una empresa cuya función es la manufactura de vidrios, por lo que el CIIU que le corresponde es 2610, el cual clasifica a la empresa como fabricadora de vidrios y productos de vidrios.

En el año 2010, luego de consolidarse en el sector de transporte de pasajeros en el mercado interno, y con constantes exportaciones a diversos países de Latinoamérica, APPLE GLASS PERUANA inicia un proceso de inversiones con la finalidad de atender a la creciente industria de la construcción. Con la producción de cristal templado y laminado arquitectónico, la empresa empieza a brindar servicios relacionados al sector de la construcción.

Este amplio portafolio ha permitido que APPLE GLASS PERUANA sea parte de los distintos ambientes o productos involucrados en la vida cotidiana de cada persona, como son edificios, viviendas, ómnibus, trenes, camiones, cruceros, lanchas, tractores, autos, cocinas, refrigeradoras, congeladoras, luminarias, muebles, etc.; en Perú y en distintos mercados de América Latina como son: Ecuador, Bolivia, Chile, Venezuela y Centroamérica.

Figura 3.1 **Estructura organizacional del Supply Chain de APPLE GLASS**




Fuente: Elaboración del autor

En la figura 3.1, se muestra la estructura organización de la Cadena de Suministro que maneja actualmente APPLE GLASS.

APPLE GLASS Peruana S.A.C se estableció como misión superar las expectativas al diseñar, producir y brindar productos y servicios de alta calidad satisfaciendo al máximo a sus clientes nacionales y extranjeros. Además, se compromete con el desarrollo y beneficio social del país logrando el desarrollo profesional en su personal. Esto se logra observar, debido a la alta productividad, variedad en sus productos y preferencia de los clientes por la empresa Apple Glass.

La visión de la empresa es convertirse en una corporación líder de productos y servicios de calidad en la nación y Latinoamérica. Al ver el impacto que ha generado la organización en el mercado, se puede afirmar que APPLE GLASS sigue su visión establecida siendo una empresa reconocida por su productividad y alta calidad.

Principios

- Actitud: Predisposición de ofrecer servicio al cliente y compañerismo.
- Disciplina: Determinación al mantener constante las prácticas y compromisos de la empresa.
- Responsabilidad: Compromiso de asumir lo que se ofrece, trabajando con el mayor esfuerzo y logrando las altas expectativas.
- Trabajo en equipo: Esfuerzo colectivo de la organización que realiza su labor intercambiando conocimientos y optimizando los objetivos.
- Transparencia: Ser coherente con lo que se piensa, expresa y actúa. Se debe actuar y expresar con veracidad.

Estos principios se cumplen tanto en las áreas administrativas como en producción por todo el personal. Se observa un alto nivel de solidaridad, apoyo entre ellos, esfuerzo por satisfacer las órdenes de los clientes a tiempo, mantener altos estándares cumpliendo las tareas asignadas y se actúa correctamente dentro y fuera de las instalaciones.

Además, la organización se complementa mediante sus valores y principios para lograr la satisfacción de sus clientes, proveedores, colaboradores y accionistas. Éstos son los siguientes que todo trabajador debe reconocer:

**Misión**

Diseñar, producir y brindar productos y servicios de alta calidad que superen las expectativas de nuestros clientes, contribuyendo con el desarrollo y beneficio social de nuestro país y logrando el compromiso y desarrollo profesional de nuestros empleados.

**Visión**

Ser una corporación líder en América Latina, de productos y servicios de calidad para el transporte de pasajeros.

Apple Glass busca la satisfacción de sus clientes, proveedores, colaboradores y accionistas a través de los siguientes valores y principios:

- Actitud: Predisposición de servicio al cliente y apoyo al compañero.
- Transparencia: Coherencia y veracidad en todo accionar.
- Responsabilidad: Compromiso de asumir lo que se ofrece, dando siempre un buen trabajo.
- Trabajo en equipo: Esfuerzo colectivo que permite el intercambio de conocimientos y la agilidad en los objetivos.
- Disciplina: Fuerza y determinación para mantener constantemente nuestras prácticas y compromisos.

Datos de: APPLE GLASS PERUANA S.A.C - RUC: 20257226558

- Razón social: APPLE GLASS PERUANA S.A.C
- Nombre comercial: APPLE GLASS PERUANA S.A.C.
- RUC: 20257226558
- Inicio de actividades: 03/10/1994
- Actividad de comercio exterior: IMPORTADOR/EXPORTADOR
- Dirección: JR. Las Magnolias Mza. G-2 Lote. 34 Urb. La Capitana (Paralela Camposanto MAPFRE Huachipa) Lima - Lima - Lurigancho
- Teléfono: - 3710324 - 3711955
- Fax: 3710124
- Condición: HABIDO
- Estado: ACTIVO
- Datos actualizados al: 2015-05-22

APPLE GLASS PERUANA S.A.C con RUC: 20257226558.

El sector del vidrio posee una alta diversidad, tanto por los productos que fabrica como por los métodos de producción que implementa. Los artículos básicos de este sector varían dependiendo a qué parte del mercado abarquen, ya que se realizan ventas en gran cantidad a los sectores de construcción y de bebidas y alimentación. Además, existe alta variedad también por subsector de vidrio; por ejemplo, los envases son los que conforman el mayor volumen de pedidos en el mercado.

Entre los procesos relevantes en el sector, se pueden dividir en cuatro básicos: manipulación de los materiales, fundición, conformación y embalaje. Sin embargo, en la industria moderna del vidrio no es común que las empresas productoras inviertan en extraer las materias primas, sino que

las compran a ciertos proveedores con la composición química y las características físicas esperadas para elaborar sus productos terminados.

Los clientes de la empresa mantienen una relación cercana con ésta y existe una alta confianza a la hora de pedir sus productos, ya que la empresa brinda vidrios de alta calidad según las especificaciones que le soliciten y cerca del tiempo dado.

Entre los tipos de clientes externos, que posee la empresa se puede clasificar en clientes actuales, los cuales realizan compras constantes a la empresa o han pedido sus productos en algún momento, y los clientes potenciales, quienes son posibles clientes en el futuro. APPLE GLASS posee una buena relación con sus clientes actuales y siempre trata de mantener ese vínculo satisfaciendo sus órdenes. Mientras que para crear nuevas relaciones y conseguir clientes potenciales, la empresa busca organizaciones que demanden sus productos y dan a conocer su buen servicio, por lo que en muchos casos invitan a observar sus instalaciones y sus procesos para realizar los pedidos.

Los productos principales que ofrece la empresa en el mercado son los siguientes:

- Cristal Templado: Vidrio sometido a proceso de calentamiento y enfriado controlado logrando mejorar composición y propiedades mecánicas.
- Cristal Laminado: Vidrio de seguridad y protección utilizando capa intermedia compuesta por polímero de alta resistencia y absorción de impactos.
- Cristal Serigrafiado: Vidrios donde una de las caras se encuentra recubierta por decoración inalterable mediante proceso de esmaltado.

- Parabrisas y Laterales: Vidrios elaborados con variadas dimensiones especificadas por los clientes para uso en vehículos de transporte.

Entre estos productos, los vidrios se clasifican según su color y las dimensiones como espesor, ancho y largo requerido. Esto ocasiona que la empresa deba ser flexible al momento de producir las órdenes para cumplir con la gran variedad exigida.

Aparte de la empresa principal de fabricación de cristal templado y laminado para línea industrial, automotriz y arquitectura, APPLE GLASS, se establecieron 2 unidades de negocio con un alto nivel de independencia y autogestión, los cuales se relacionan entre ellos, ya que una unidad utiliza los productos manufacturados de los otros para completar sus órdenes. Estas divisiones son las siguientes:

1) APPLE SEAT: Fabricación y ensamblaje de asientos para el transporte de pasajeros.
2) APPLE BUS: Ensamblaje de carrocerías para ómnibus interprovinciales, turísticos y urbanos.

De esta forma, la organización posee una amplia variedad en productos para brindar a diferentes sectores dependiendo de la clientela y es flexible ante distintos pedidos.

Entidades participantes en el modelo de negocio.

- Empleados.- Los trabajadores logran, como una unidad, que la empresa alcance sus metas mediante sus variadas habilidades y ocupaciones en cada área. Tanto los operarios en el área

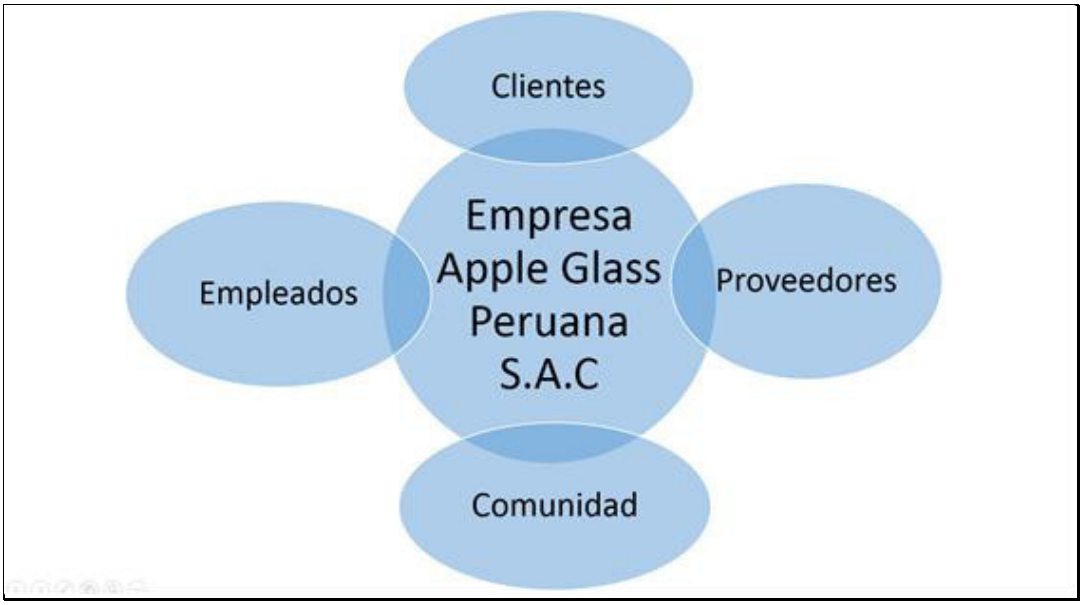
de producción como en el área administrativa aportan valor con su labor. Además, poseen un compromiso con la organización, la cual mantiene a sus empleados en un entorno de trabajo con buen clima laboral.

- Proveedores.- La empresa posee varios proveedores que les brindan recursos necesarios para su producción. Entre ellos están empresas proveedoras de vidrios crudos, madera y otros elementos para el embalaje, inmuebles, maquinaria, etc. Apple Glass logra mantener una buena relación con ellos y consigue buenos precios para los materiales que necesita contactándolos cuando necesitan realizar las compras.

- Clientes.- La prioridad de la empresa es mantener la confianza y preferencia que poseen sus clientes hacia sus productos y servicio de alta calidad. Clientes, provenientes de Lima y provincias, solicitan grandes pedidos de vidrios con distintas especificaciones y la empresa se compromete en satisfacer su demanda en el tiempo determinado, por lo cual se entregan las órdenes mediante el transporte brindado por la misma empresa.

- Comunidad.- Como toda empresa Apple Glass es afectado por la presencia de entidades exteriores como lo son las entidades del estado, por los cuales debe cumplir con requisitos y principios establecidos para brindar su servicio cumpliendo con éstos. Por otro lado, la competencia en el sector de vidrios es alta y APPLE GLASS busca superarse y destacar en el mercado con su gran efectividad y calidad. Ver figura 3.2.

**Figura 3.2 Mapa Relacional del Negocio**




Fuente: Elaboración del autor

La planificación de la producción, de las compras y del almacenamiento involucra toda los Procesos de la cadena de suministro (Supply Chain) de la planta de producción de vidrio templado. Se invierte recursos, donde se requiere de todos los esfuerzos para mantener una logística eficiente e interconectada de sus procesos y donde es importante, controlar el Centro de Distribución o CD de APPLE GLASS.

Asientos para buses

Fabricación y ensamblaje de asientos para el transporte de pasajeros (terrestre, lacustre, marino y ferroviario).

Carrocerías

Ensamblaje de carrocerías para ómnibus interprovinciales, turísticos y urbanos.

Cristal templado y laminado

Fabricación de cristal templado y laminado para línea industrial, automotriz y arquitectura.

## 3.2. Procesos

### 3.2.1. El proceso principal

El proceso principal de la empresa Apple Glass Peruana S.A.C es la manufactura y elaboración de vidrios, por lo que se necesitan variadas operaciones para lograr estructurar y procesar el vidrio según lo buscado, las cuales varían debido al servicio y producto solicitado por el cliente con diferente color, dimensiones y usos. Las operaciones que se realizan para elaborar un vidrio son corte, pulido y mecanizado, esmaltado, limpiado, templado y embalaje, aunque dependiendo de la orden se realizan las operaciones en distintas secuencias y algunas no son requeridas.

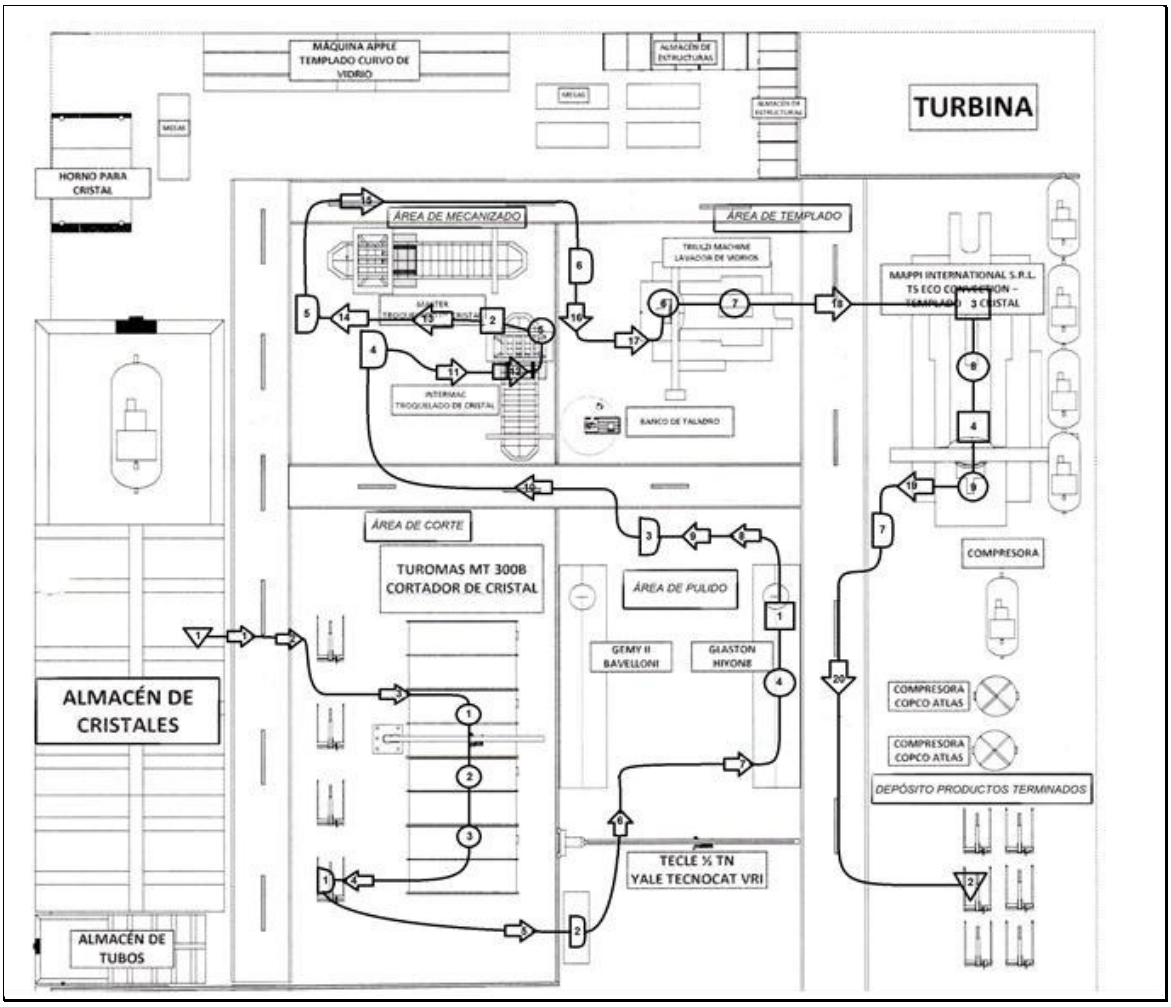
Tomando como artículo patrón al vidrio incoloro de 6mm con dimensiones mayores a 1m, se puede mostrar el proceso principal de las siguientes gráficas: DAP y DR

## Figura 3.3 DAP APPLE GLASS

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cursograma analítico | | | | Operario/Material/Equipo | | | | | |
| Diagrama núm. 1 | Hoja núm. 1 | de 1 | | Resumen | | | | | |
| Objeto: | | | | Actividad | | Actual | | Propuesta | Economía |
| Manufactura de vidrios templados con espesor | | | | Operación | | 9 | | | |
| de 8mm y dimensiones mayores a 1m | | | | Transporte | | 20 | | | |
| Actividad: | | | | Espera | | 7 | | | |
| Cortar, pulir, mecanizar, limpiar, templar y almacenar | | | | Inspección | | 4 | | | |
| antes de la inspección | | | | Almacenamiento | | 2 | | | |
| Método: Actual/Propuesto | | | | Distancia (m) | | | | | |
| Lugar: Área de producción de vidrios | | | | Tiempo (min-hombre) | | | | | |
| Operario(s): | Ficha núm.: | | | Costo | | | | | |
| | | | | Mano de obra | | | | | |
| Compuesto: | Fecha: | | | Material | | | | | |
| Aprobado por: | Fecha: | | | Total | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (min) | Símbolo ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | Observaciones |
| En almacén de vidrios crudos | 1 | | | | | | | x | |
| Vidrio recogido | | | | | x | | | | Con grúa eléctrica |
| Transportado hasta área de corte | | | | | x | | | | Con grúa eléctrica |
| Descargado en mesa de corte | | | | | x | | | | Con grúa eléctrica |
| Cortado | | | | x | | | | | |
| Separar las piezas por pedidos | | | | x | | | | | |
| Poner etiqueta | | | | x | | | | | |
| Colocar vidrio en carretilla | | | | | x | | | | A mano |
| Esperar que se llene la carretilla | | | | | | x | | | |
| Trasportado hasta área de pulido | | | | | x | | | | En carretilla |
| Esperar pulido | | | | | | x | | | |
| Transportado hasta máquina de pulido | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Descargado en máquina de pulido | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Pulido | | | | x | | | | | |
| Inspección del estado de la pieza | | | | | | | x | | |
| Transportado hasta carretilla | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Colocar en carretilla | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Esperar que se llene la carretilla | | | | | | x | | | |
| Transportado hasta área de mecanizado | | | | | x | | | | En carretilla |
| Esperar mecanizado | | | | | | x | | | |
| Transportado hasta máquina CNC | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Descargado en máquina CNC | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Mecanizado de la pieza | | | | x | | | | | |
| Inspección del estado de la pieza | | | | | | | x | | |
| Transportado hasta carretilla | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Colocar en carretilla | | | | | x | | | | Con ventosa |
| Esperar que se llene la carretilla | | | | | | x | | | |
| Transportado hasta área de templado | | | | | x | | | | En carretilla |
| Esperar templado | | | | | | x | | | |
| Transportado hasta máquina lavador de vidrios | | | | | x | | | | En carretilla |
| Colocar en mesa para lavado | | | | | x | | | | A mano |
| Remover etiqueta | | | | x | | | | | |
| Lavado y secado | | | | x | | | | | |
| Transporte hasta horno de templado | | | | | x | | | | Usando rodillos |
| Inspección del estado de la pieza | | | | | | | x | | |
| Templado | | | | x | | | | | |
| Inspección del estado de la pieza | | | | | | | x | | |
| Poner etiqueta | | | | x | | | | | |
| Colocar en carretilla | | | | | x | | | | Usando rodillos |
| Esperar que se llene la carretilla | | | | | | x | | | |
| Transportado a depósito de productos terminados | | | | | x | | | | En carretilla |
| Almacenar para su despacho | | | | | | | | x | |
| | | | | | | | | | |
| Total | | | | 9 | 20 | 7 | 4 | 2 | |

Fuente: Elaboración del autor

**Figura 3.4 DR APPLE GLASS**




Fuente: APPLE GLASS PERUANA S.A.C

Indicadores de rendimiento del proceso principal

- Eficacia:

$$\frac{\text{Cantidad de vidrios alcanzado mensual}}{\text{Cantidad de vidrios esperado mensual}}$$

El esperado de vidrios mensual se debe a la cantidad solicitada por pedidos que se busca cumplir en ese mes y se mide la eficacia según cuántos vidrios se elaboraron.

- **Eficiencia:**

$$\frac{\text{Cantidad de vidrios alcanzado mensual}}{\text{Costo alcanzado * Tiempo alcanzado}}$$
$$\frac{\text{Cantidad de vidrios esperado mensual}}{\text{Costo esperado * Tiempo esperado}}$$

La empresa logra el objetivo a un costo unitario bajo, lo cual concluye que el proceso posee buena eficiencia.

- **Utilización:**

$$\frac{\text{Cantidad de vidrio crudo utilizado}}{\text{Disponibilidad de vidrio crudo}}$$

El nivel de utilización del vidrio depende de la cantidad por pedidos mensual. La disponibilidad de vidrios siempre es alta, porque los vidrios se compran con anticipación a las órdenes y se mantienen en almacén. Por lo tanto, la utilización es comúnmente baja debido a la demanda.

- **Calidad:**

$$\frac{\text{Total productos sin defectos}}{\text{Total productos elaborados}}$$

El total de productos sin defectos respecto al total de productos elaborados es mínimo debido a la cantidad de inspecciones visuales realizadas durante el proceso y el nivel de calidad que se estableció la empresa es alto para sus productos terminados. Debido a la fragilidad y poca dureza inicial del material puede que existan ralladuras menores, por lo que la empresa advierte al cliente si desea que se le entregue el producto en ese estado u otro vidrio sin falla alguna. La empresa se encuentra preparada contra cualquier inconveniente para brindar óptima calidad a sus clientes.

- **Productividad:**

$$\frac{\text{Cantidad en mt2 de vidrios elaborados}}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

La cantidad de mt2 de vidrio es un indicador utilizado en la empresa para analizar el avance y esperado de producción al diario y mensual. Éste también depende de la demanda, aunque debido al personal, la maquinaria invertida y un correcto uso de métodos de producción, la productividad es alta con respecto a las horas hombre trabajadas.

Debido a inversiones realizadas en la planta como el horno automático moderno para templado y el método actual en los procesos, el nivel de la producción en la empresa logra satisfacer la demanda. Los siguientes datos de cantidad de vidrio elaborado fueron hallados mediante medición de la producción desde inicios del año 2013 y finales del 2014:

- **Capacidad de producción nominal:** 5000 mt2
- **Capacidad de producción real:** 4000 mt2
- **Máximo de producción mensual:** 4144.99 mt2
- **Mínimo de producción mensual:** 2508.97 mt2
- **Promedio de producción mensual:** 3239.56 mt2
- **Pérdidas:** Existe un alto nivel de merma de un 10% debido a la fragilidad de la materia prima durante las operaciones. Éste se reprocesa para su utilización en moldes para buses.

En cada una de las áreas del proceso, existen encargados que observan las operaciones e inspeccionan que las mediciones del vidrio estén correctas, no haya fallas en el producto, el material se traslade a la siguiente operación y que se cumpla el pedido, ya que el vidrio es un material frágil y se debe manufacturar con cuidado y precisión.

Además, se encuentra un jefe del área que realiza seguimiento a todos los pedidos en cada área, se asegura que se cumplan con efectividad y alta calidad, apoya a los operarios en sus labores y mantiene que el flujo en la producción sea óptimo.

**Instalaciones y medios operativos.**

1. Planta o fábrica y edificaciones.

La empresa Apple Glass posee una planta de un nivel para su producción adicionando edificaciones para la zona administrativa, almacén y otros servicios. En la sección de anexo se brinda un plano dibujado de la planta.

2. Tipo de Distribución.

La empresa utiliza una distribución por proceso debido a la fabricación de productos con diversas especificaciones, la maquinaria es relativamente cara y difícil de mover, existe variaciones en los tiempos para realizar cada operación y la demanda actual es baja en el sector. Esto permite flexibilidad en el proceso por la versatilidad de equipos y el personal capacitado. Sin embargo, el tipo de distribución conlleva a elevados tiempos de ejecución y menor eficiencia en el manejo de materiales, aunque debido a la baja demanda esto no afecta negativamente a la empresa en la mayoría de circunstancias.

3. Instalación de soporte de los procesos (Laboratorios, plantas de energía, instalaciones, etc.).

Se encuentran las instalaciones de gestión administrativa y financiera que brindan apoyo al área de producción y la sección de carpintería.

4. Maquinaria.

- 3 estaciones de corte juntas
- 1 Grúa eléctrica
- 2 Máquinas automáticas de pulido
- 1 Máquina ventosa
- 2 CNCs para maquinado
- 1 Máquina ascensor eléctrico
- 1 Horno para cristal tradicional
- 1 Horno templado curvo de vidrio
- 1 Máquina lavador de vidrios
- 1 Banco de Taladro
- 2 Pulidoras manuales
- 1 Horno de templado automatizado de alta tecnología
- 1 Montacargas

## Área de Trabajo

### Descripción del área de trabajo.

La sección de la empresa, donde se realizaron las labores, es el área de PCP, Planeación y Control de la Producción, en la cual se tiene como misión realizar métodos para mantener y mejorar el nivel de productividad y efectividad de la empresa

El trabajo se centra en dos partes principales: Planeación de las actividades y control de los procesos y pedidos en el área de vidrios. Estos se realizan mediante interacción entre el área administrativa, en las oficinas de soporte, y el área de producción, los cuales trabajan en conjunto para lograr la misión de mejora continua en los procesos claves de la empresa.

La planeación es la actividad de la empresa que realiza planes en anticipado para apoyo o mejora de los procesos principales, con el propósito de obtener mejores resultados en el área de vidrios. Determinar el número de unidades que se van a producir en el periodo estimado, prever cualquier circunstancia analizando las materias primas, mano de obra, maquinaria y equipo. De esta forma, se consigue resultados sobre la demanda del mercado, capacidad y rendimiento de la planta, puestos laborales y utilidades estimadas.

Por otro lado, el control de producción se basa esencialmente en vigilar y supervisar la fabricación de los vidrios y los procesos aplicados. Por lo tanto, se verifica que se cumpla lo planeado con alta efectividad y de manera constante.

**Funciones**

**Planeación de la producción:**

- Saciar de materias primas y demás elementos de fabricación a la producción en el momento oportuno y en el lugar requerido.
- Disminuir los periodos muertos de la maquinaria y de los operarios. Asegurar que siempre haya actividad y que no exista exceso de trabajo.
- Definir el número de unidades a producir en un período.

  Calcular las necesidades de mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo considerando lo producido en períodos anteriores.
- Planear el cumplimiento de los pedidos para las fechas esperadas.
- Evaluar los recursos económicos para financiar la producción realizando proyectos de mantenimiento y mejora continua.

**Control de la producción:**

- Pronosticar la demanda del producto.
- Verificar la demanda real actual y compararla con la planteada.
- Determinar las necesidades de producción y los niveles de existencias.
- Comprobar los niveles de recursos comparando lo previsto y revisar los planes de producción si fuese necesario.
- Encontrar y analizar de inmediato causas que pueden provocar desviaciones y corregirlas.
- Buscar reducir costos y ahorrar tiempo al evitar errores.

**Procesos internos**

El área de Planeación y Control de la Producción impacta en la efectividad de los procesos de la planta, ya que se realizan procesos de estrategia para mantener todo en orden y se realizan planes para mejorar los métodos actuales.

Los procesos de elaboración de vidrios, compra de materiales, despacho de productos terminados y otras actividades son analizados y apoyados por el área de PCP para mantener todo el sistema al óptimo. Se interactúa con los demás procesos y se trabaja en conjunto para planificar y controlar las tareas de todos los operarios, los recursos necesitados y los productos terminados pedidos de la empresa.

**Organización.**

La organización Apple Glass mantiene un alto nivel de producción e implementa varios métodos de mejora continua, por lo que el área de Planeación y Control de la Producción se basa en apoyar los procesos claves y soporte de la empresa.

Todas las áreas de la empresa trabajan como un equipo y esta área tiene como objetivo mantener adecuada y controlada esta interacción durante toda la jornada laboral. Debe proyectar la demanda del mercado y la situación del sector para que la organización pueda tomar decisiones importantes dependiendo del periodo.

**Funciones Generales del practicante**

- Supervisión de los procesos de producción y realizar seguimiento a los vidrios para lograr que las órdenes se cumplan en el tiempo determinado.
- Implementar y sugerir métodos o planes de mejora en el área de vidrios y de soporte.
- Evaluar y analizar el nivel de producción en tiempo real para tomar las medidas necesarias considerando la cantidad demandada de vidrios y los tiempos de las operaciones.
- Verificar los estados de las máquinas, equipos y operarios para que se mantengan al óptimo corrigiendo errores encontrados.

Inspeccionar el almacenamiento de vidrios y que se realicen los embalajes respectivos para ciertos pedidos.

**Tabla 3.1 Resumen semanal ciclos vacíos**

Fuente: Elaboración del autor

Considerando que cada mesa demora 50 seg. por milimetro de espesor

| RESUMEN | 1.Cambio de espesor | 2.Recuperacion de horno | 3.Por relevo - Refrigerio | 4.Falta de carga | 5.Falta de plano | 6.Falta de tiempo de chequeo | 7.Falta de carretilla hidraulica | 8.Falta de entalle | 9.Error de entalle | 10.Error de lanzamiento | 11.Error de pulido | 12.Error de etiqueta | 13.Error de medida | 14.Roto en enfriamiento | 15.Vidrio Re-Templado | 16.Cristales reflejantes | 17.Mancha de agua | 18.Falta de personal | CV | CT | TIEMPO PERDIDO seg. | min. | hrs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 200 | 3.3 | 0.1 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 10 | 12 | 2 | | 2 | 7 | 3 | 1 | 2 | | | 4 | 1 | 3 | | 1 | | 7 | 55 | | 16500 | 275.0 | 4.6 |
| 8 | 11 | 7 | 1 | | 5 | | 1 | 3 | 1 | | | 3 | | 1 | 1 | | | 4 | 38 | | 15200 | 253.3 | 4.2 |
| 10 | 2 | 14 | 4 | 4 | 4 | 1 | | 1 | | 2 | | | | | | | | 8 | 40 | | 20000 | 333.3 | 5.6 |
| 12 | 1 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | | 3600 | 60.0 | 1.0 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 25 | 38 | 7 | 4 | 11 | 8 | 4 | 5 | 3 | 2 | 0 | 7 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | # | 140 | 1227 | 55500 | 925.0 | 15.4 |

CV: CICLOS VACIOS
CT: CICLOS TOTALES

## Tabla 3.2 Porcentaje semanal de tiempo perdido

| | | TIEMPO PRODUCTIVO | TIEMPO PERDIDO | % TIEMPO PERDIDO |
|---|---|---|---|---|
| | | hrs. | hrs. | % |
| FTF 1 | N | 41.6 | 3.58 | 8.62% |
| | D | 44.5 | 5.69 | 12.80% |
| | T | - | - | - |
| FTF 2 | N | 10.5 | 1.44 | 13.76% |
| | D | 44.0 | 2.78 | 6.31% |
| | T | - | - | - |
| TGL | N | 5.0 | 0.67 | 13.33% |
| | D | 45.5 | 1.25 | 2.75% |
| | T | - | - | - |
| TOTAL | | 191.1 | 15.42 | 8.07% |

Fuente: Elaboración del autor

## Tabla 3. 3 Reporte mensual

| reporte mensual de costos en soles por demoras 2014 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo | Ene | Febr | Mar | Abr | May | Jun | Juli | Ago | Sept | Oct | Nov | Dici |
| Notas de crédito | 500 | 510 | 475 | 528 | 620 | 713 | 605 | 658 | 793 | 839 | 931 | 759 |
| Pedidos cancelados | 1100 | 912 | 1001 | 758 | 659 | 650 | 600 | 850 | 880 | 901 | 930 | 935 |
| reenvíos/cambios | 587 | 520 | 645 | 418 | 518 | 512 | 658 | 885 | 754 | 815 | 712 | 718 |
| total | 2187 | 1942 | 2121 | 1704 | 1797 | 1875 | 1863 | 2393 | 2427 | 2555 | 2573 | 2412 |
| Promedio/mes | 2154.1 | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración del autor

## Tabla 3. 4 Horas extra mensuales por fallos de control

| reporte mensual de horas extra 2014 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Horas extra/demora | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct | Nov | Dic | Total S/. |
| HE 25% Operario | 65 | 75 | 60 | 55 | 60 | 73 | 50 | 55 | 52 | 65 | 69 | 85 | 4775 |
| he 35% Operario | 15 | 12 | 18 | 18 | 18 | 16 | 12 | 15 | 12 | 20 | 27 | 30 | 1331.25 |
| HE 25% Técnico | 30 | 45 | 41 | 38 | 27 | 29 | 32 | 36 | 40 | 42 | 44 | 48 | 5650 |
| he 35% Técnico | 10 | 18 | 10 | 11 | 15 | 17 | 11 | 15 | 19 | 14 | 18 | 22 | 2430 |
| total | 120 | 150 | 129 | 122 | 120 | 135 | 105 | 121 | 123 | 141 | 158 | 185 | 14186.25 |
| Promedio/mes Horas | 134.1 | | | | | | | | | | | | |
| Promedio/mes Soles | 1182.2 | | | | | | | | | | | | |

| | S/. |
|---|---|
| Costo/Hora Operario | 5 |
| Costo/Hora Técnico | 10 |

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 3.5 Resumen de ahorro por mejora de productividad**

| Ahorros Procesos | Valor prom/mes | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perdidas por demoras | 2154.1 | 30890.2 | 36907.2 | 44127.3 | 52791.4 | 63188.0 |
| Reducción H-h (extra) | 1182.2 | 16952.7 | 20254.9 | 24217.3 | 28972.3 | 34678.0 |
| Perdidas por dolo | 1800.0 | 21600.0 | 25807.4 | 30856.0 | 36914.4 | 44184.3 |
| Ahorro Anual | | 69443.0 | 82969.5 | 99200.6 | 118678.2 | 142050.3 |

19.5% de incremento anual promedio (estimación)

Fuente: Elaboración del autor

## 3.3. Almacenes

El CD, posee una estructura apropiada para el manejo de productos terminados o PT, para las diferentes presentaciones de acuerdo a lo que APPLE GLASS produce. De acuerdo al tipo de producto (planta que lo fabrica, volumen, peso, frecuencia de pedido) se le asigna la ubicación en el CD.

El área está conformada de un diseño de rack, la que se caracteriza por ser estática, soporta trabajo duro y pesos variables en concentración.

Los racks están comprendidos en cada uno de los 3 niveles por pasillos, a lo largo de la misma y con áreas independizadas por racks la cual puede ser identificada con números en cada columna, como también cuenta con bloques.

Existe la facilidad de un pasillo, la que es asignada, a las labores de picking, todo esto se hace a solicitud de los pesos agrupados o independientes; desde esta operación se sabe las cantidades que se cargaran al camión, según su destino o ruta.

En la actualidad se tienen 3 niveles para el manejo de los productos terminados:

- En el primer nivel: se ubica aquellos productos que va a ser picados.
- En el segundo hasta el tercero nivel: se ubican aquellos productos que pasan a ser reserva o stock.

Organización del CD

El Centro de Distribución es administrado en cada turno, por un Supervisor de Almacén, que tiene a su cargo a 4 trabajadores, que trabajan en 2 turnos rotativos.

En los Turnos de mañana y tarde:

- Operario Picking ( 2 )
- Operario Montacarguista ( 2 )

En total son:

- Supervisor de Almacén PT ( 2 )
- Operario Picking ( 4 )
- Operario Montacarguista ( 4 )

- Operario Verificador ( 2 )

El Proceso Actual en almacenes

El inventario en APPLE GLASS, se caracteriza por ser un proceso manual, el cual requiere de mucha atención, tiempo y cuidado por quienes realizan esta actividad, pues si la información no se recolecta adecuadamente genera incertidumbre en las existencias del CD.

La experiencia conseguida con la capacitación y el tiempo de los colaboradores en el CD permite ubicar las existencias de forma rápida, pues cada una de las rutas está identificada, y por este motivo si la rotación cambia la ubicación de cada uno de los productos terminados se reorganiza según la exigencia del mercado.

Es muy probable que en el conteo físico de las unidades se cometa equivocaciones o errores, pues la labor es manual y repetitiva.

Como hay elementos muy parecidos, puede suceder que se junte un producto en otro lugar donde no corresponde, es decir un código de producto terminado resulta en otro lugar solo por la apariencia física de la caja ya que es muy parecida una de la otra y al momento de contar se da el error. O también puede ocurrir que una referencia este dentro de otra y por esto se cuenta una más en una referencia y una menos en otra obligando a repetir el conteo de la referencia y reubicaciones de las mismas unidades tanta veces sea necesario.

Existe a veces variación, por presentarse faltante o sobrante; lo que conduce a la pesada labor de seguimiento; generando ajustes, que tienen que pasar por una autorización del Gerente de

Logística, para luego pasarlo al área de Contabilidad para que nos indique el código del motivo del ajuste. Si ya se hizo el picking y existen unidades de alguna referencia pendientes hay que descontarla para no tener problemas antes de que se embarquen los productos terminados.

La medición de tiempo, fue realizada con un estudio de tiempos, donde los resultados de las mediciones, están de acorde con las actividades realizadas.

**Tabla 3.6 Tiempo promedio de Horas para la Toma de Inventario**

| Personal | Horas de un personal x inventario | Días a la semana | Horas al mes |
|---|---|---|---|
| Personal Picking | 4.0 | 4 | 64 |
| Personal Kardista | 2.0 | 4 | 32 |
| Personal Supervisor | 4.0 | 4 | 64 |
| | | Promedio | 48 |

Fuente: Elaboración del autor

El inventario se realiza con 10 personas, durante el turno noche, antes de iniciar el Picking ya que a esa hora no hay alto flujo o movimiento de producto terminado. El inventario se va realizando por tipo de producto y se asigne o divide por tipo de familia.

Estas personas utilizan un formato o lista, en el que, se realiza el inventario y donde se describen las siguientes variables de control: código, descripción, unidad de medida, cantidad real, diferencia, el cual ayuda y facilita el conteo en la tabla adjunta, se aprecia el formato de Toma de Inventario Manual.

Una vez realizado el conteo, se validan las cantidades inventariadas y se compara con las actividades que se observan en el sistema. Las cantidades que no coinciden se les enseña con resaltador para destacarlo y se realiza un reconteo para verificar las existencias en inventario nuevamente.

En el caso de presentar diferencias, se analiza el historial del producto, en el manejo del código dentro de las solicitudes de los pedidos, se puede detectar la diferencia, su confirmación y su respectiva factura. Por esto es necesario buscar los movimientos en las entradas y en las salidas para observar que pudo haber pasado con las referencias que presentan diferencias a favor o en contra, pues la inexactitud de la información genera precedente de duda en toda la operación.

Luego de que se evalúan los resultados del inventario, se procede a que el área de Contabilidad realice los respectivos ajustes, después de la previa autorización del Gerente de Logística.

Las operaciones son cíclicas y generan reconteo hasta más de dos veces, en un solo tipo de productos, produciendo que los reconteos generen sobrecostos en la operación como horas extras en los almaceneros del CD, sin contar con los tiempos muertos y tiempos ociosos existentes en la operación.

La tabla 3.2, presenta la relación del personal empleado en el inventario y de los costos del mismo en la operación.

**Tabla 3.7 Costo de toma de inventario al año**

| Personal | Horas por inventario | Días a la semana | Horas al año (*) | Persona | Sueldos | Horas semana | Semanas en un mes | Valor por hora | Valor anual del inventario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Picking | 4 | 4 | 768 | 4 | 1500 | 48 | 4 | 7.81 | 24000 |
| Kardista | 2 | 4 | 384 | 2 | 2000 | 48 | 4 | 10.42 | 8000 |
| Supervisor | 4 | 4 | 768 | 4 | 3000 | 48 | 4 | 15.63 | 48000 |
| | | | | | | | **Costo Total** | | 80000 |
| | | | | | | | | | |
| **(*) 48 semanas/ año** | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración del autor

Manejo de productos terminados

Para la ubicación de los productos terminados en los primeros niveles, se utilizan procesos manuales, que permiten desplazamientos rápido de los productos a lo largo de los pasillos, y se utiliza equipos pantógrafos para el almacenamiento de los productos que van desde el segundo.

El proceso de carga de mercadería, se caracteriza por ser uno de los más delicados en materia de control de inventario ya que de este depende que las cantidades evaluadas a la hora de hacer inventario concuerden con las cantidades que se despachan.

El área en la que se ubica el producto terminado al momento de ser cargado al camión, está previamente designada a un box por la coordinación de un personal del CD.

En general todos los pedidos tienen un alistamiento previo, donde se realiza un control. A continuación un resumen de los cuatro pasos del proceso:

1) Picking para alistar.

2) Revisión por bulto de la mercadería ya listada.

3) Alistamiento en la zona de carga asignada para cada vehículo.

4) Carga manual, que a medida que se carga se verifican las unidades y las cantidades.

## 3.4. Implementación

Medición de tiempos de carga en Planta

En la tabla 3.3, se observa que el costo del supervisor es S/ 0.26 por hora. También que se realizan semanalmente 28 viajes, donde los tiempos de carga y descarga son de 49 minutos.

**Tabla 3.8 Tiempo y costos en carga, en el año 2015**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Supervisor** | | | | | | | | |
| **Sueldo** | 3000 | | | | | | | |
| **Horas mes** | **Minuto** | | | | | | | |
| 192 | 11520 | | | | | | | |
| 15.63 | 0.26 | | | | | | | |
| **Tiempo de carga y descarga en el CD** | | | | | | | | |
| **Viajes a la semana** | **Capacidad del vehiculo en Ton** | **Carga en planta** | | | **Carga en CD** | | | **Total (minutos)** |
| | | **Verificación** | **Validación** | **Guía** | **Verificación** | **Validación** | **Guía** | |
| 28 | 15 | 10 | 10 | 5 | 10 | 9 | 5 | 49 |
| | **Total** | **25** | | | **24** | | | |
| **Tiempo por carga y descarga (min)** | | 700 | | | 672 | | | |
| **Valor por minuto personal** | | 0.26 | | | 0.26 | | | |
| **Valor por semana** | | 182.29 | | | 175.00 | | | |
| **Valor anual** | | **8750** | | | **8400** | | | |

Fuente: Elaboración del autor

## 3.5. Ahorros y Beneficios de la implementación

La implementación del sistema RFID en el manejo de inventarios, afecta directamente las variables criticas expuestas en la descripción del problema; tiempo de consolidación para procesos de carga y descarga de productos terminados y exactitud en el control de inventario; produciendo ahorro para la empresa, los cuales se describen a continuación.

Desde la tabla 3.5, se calculan los ahorros estimados a cinco años (desde el 2015 hasta el 2019) con la implementación de un sistema de Radio Frecuencia; ahorro en ajustes al inventario, horas extras y en el cargue y descargue de los camiones. Los ajustes al inventario se calculan como un porcentaje de las ventas futuras, las cuales se proyectan con la tasa de crecimiento de la empresa y un incremento estimado del 20%.

**Tabla 3.9 Promedio semanal de camiones utilizados por capacidad (Ton)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Verificador** | | | | | |
| **Sueldo** | 2000 | | | | |
| **Horas mes** | **Minuto** | | | | |
| 192 | 11520 | | | | |
| 10.42 | 0.17 | | | | |
| **Tiempo de carga y descarga en el CD** | | | | | |
| **Viajes a la semana** | **Capacidad del** | **Tiempo** | | | |
| | | **Carga** | **Codigo** | **Total** | **Total en semana** |
| 28 | 15 | 30 | 10 | 40 | 1120 |
| **Valor por minuto personal** | | 0.17 | 5 | 0.87 | |
| **Valor por semana** | | 972.22 | | | |
| **Valor anual** | | **46666.67** | | | |

Fuente: Elaboración del autor

Se estima que la implementación del sistema producirá ahorros del 80% en los ajustes al inventario y del 40% en los procesos de cargue y descargue, ahorros mayores a los de códigos de barras porque la tecnología RFID es más exacta y más automatizada.

La base conceptual para los ahorros para RFID, se plantea con el porcentaje de mejora en la exactitud del inventario con la tecnología RFID. Según el reconocido experto en RFID, Bill Hardgrave, director del centro de investigación de RFID de la universidad de Arkansas, indica que el porcentaje promedio en la exactitud de inventario ha llegado a ser 99%.

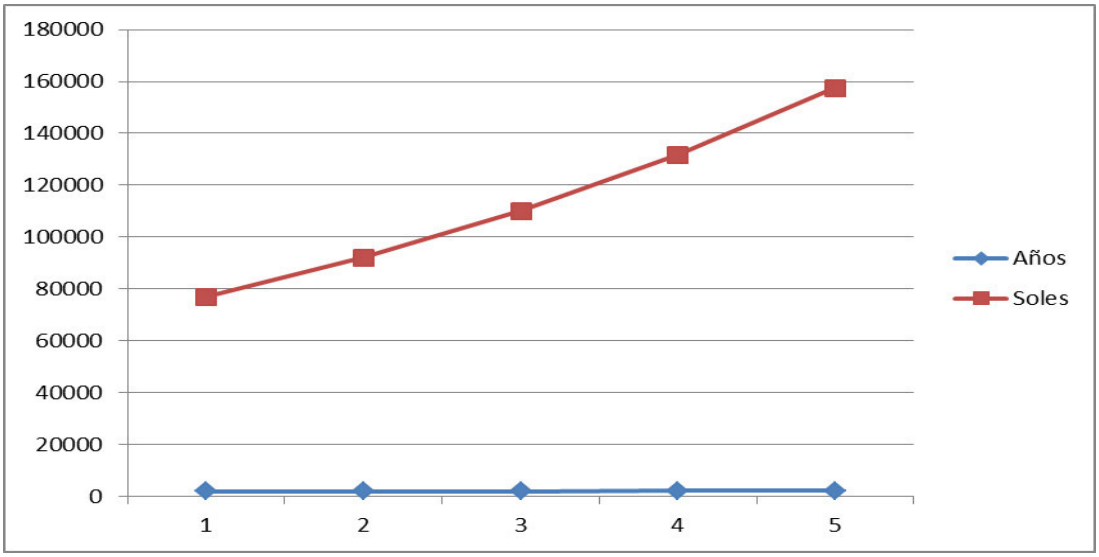
**Tabla 3.10 Resumen de ahorro por inventarios**

| **Tasa de inflación** | | 20% | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | Actual | **Años (ahorros)** | | | | |
| | | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** |
| **Costo por inventariar** | **80000** | 64000 | 76800 | 92160 | 110592 | 132710 |
| **Supervisor** | **8400** | 1680 | 2016 | 2419 | 2903 | 3484 |
| **Verificador** | **46666** | 9333 | 11200 | 13440 | 16128 | 19353 |
| **Total** | | **77028** | **92032** | **110036** | **131641** | **157566** |
| | | | | | | |

Fuente: Elaboración del autor

Se observa en la tabla que los ahorros, que se consiguen con la Tecnología RFID, van en aumento, desde S/. 77028 (año 2015), hasta S/. 157566 en inventarios.

**Tabla 3.11 Ahorros en inventarios con RFID en APPLE GLASS**




Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 3.12 Determinación de cantidad de equipos para el proyecto**

| | m2 |
|---|---|
| Área Antena | 75 |
| Área total Planta | 600 |
| Nº Antenas | 8 |

| | m2 |
|---|---|
| tag/Unidad Área | 1 |
| Vol. Promedio mes | 4500 |
| tag/Año | 54000 |

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 3.13 Inversión inicial**

| **Inversión Inicial** | Costo $ | Precio del $ | Cantidad | Total S/. |
|---|---|---|---|---|
| Software RFID MW | 1500 | 3.35 | 1 | 5025 |
| Costo por antena | 600 | 3.35 | 8 | 16080 |
| Costo por Lector | 1500 | 3.35 | 16 | 80400 |
| Tag/Año1 | 0.3 | 3.35 | 54000 | 54270 |
| | | | | 155775 |

| | | | | Anual |
|---|---|---|---|---|
| Mantenimiento/mes | 300 | 3.35 | | 12060 |
| Tag/Año | 0.3 | 3.35 | | 54000 |

Fuente: Elaboración del autor

Los ingresos suman los ahorros logrados tanto en producción (por reducción de horas extra, robos y pedidos rechazados por demoras y/o perdidas) y almacén (por reducción de los costos de inventariado) los egresos son las salidas por mantenimiento de los equipos y costo anual de los tags

**Tabla 3.14 Flujo de caja ahorro total (procesos y almacén)**

19.5% de incremento anual promedio (estimación)

| **Año** | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ingreso (Ahorro)** | 0 | -9304.0 | 175001.5 | 209236.6 | 250319.2 | 299616.3 |
| **Egreso (Inversión)** | 155775 | -1260 | -66060 | -66060 | -66060 | -66060 |
| **Flujo** | 155775 | -10564.032 | 108941.51 | 143176.63 | 184259.17 | 233556.302 |

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 3.15 Indicadores financieros**

| | |
|---|---|
| Costo de oportunidad | 25% |
| TIR | 26% |
| VAN | 96567 |

Fuente: Elaboración del autor

# Capítulo IV

# 4. Conclusiones y Recomendaciones

Luego de la realización del estudio en Almacén y de la aplicación de las diferentes herramientas, se han determinado las siguientes conclusiones y recomendaciones que vienen a continuación.

## 4.1. Conclusiones

1. Los ahorros que se consiguen con la Tecnología RFID, van en aumento lo largo de los años.
2. La tasa interna de retorno (TIR) es superior al costo de oportunidad por lo cual el proyecto es rentable.
3. Se reducen las horas extra por daños y errores causados por la debilidad de los actuales métodos de ubicación de materia prima, mercadería en proceso y producto terminado.
4. Se mejora la productividad reduciendo costos operativos por retrasos, perdidas y robos
5. Con la realización de este trabajo se pudieron conocer y aplicar las diferentes herramientas de ingeniería para el análisis y toma de decisiones que se pudieran tener en caso se concreten la mayoría de proyectos a implementar.
6. Para que las empresas sigan siendo competitivas se deben reinventarse a sí mismas, de forma que la cadena de suministros, abastecimiento, adquisición, planificación de producción, cumplimiento de pedidos, gestión de inventarios y atención al cliente ya no sea un ejercicio que solo este basado en los costos, sino en una operación flexible diseñada para enfrentarse de forma efectiva a los desafíos actuales

## 4.2. Recomendaciones

Luego de la realización del estudio y de la aplicación de las herramientas pertinentes se han determinado las siguientes recomendaciones:

1. Es necesario crear conciencia de orden entre el personal involucrado con el almacén y producción.
2. La realización de inventarios con más frecuencia para constatar que se esté cumpliendo con los registros de entrada y salida de materiales tanto en el sistema como en el físico. Será un problema del pasado, con la tecnología implementada.
3. Siempre es recomendable seguir con las mejoras continuas en el área de trabajo ya que ayudara a reducir tiempos, desperdicios, esfuerzos, etc. Las buenas prácticas adquiridas y los hábitos de trabajo seguro harán una mejor performance la planta.

# Bibliografía


1. Syed A. Ahson, Mohammad Ilyas, RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy, 2006.

2. Huidobro,J. (2010, Diciembre). La Tecnología RFID. Autores Científico-Técnicos y Académicos, 1, p.37.

3. Harvey Lehpamer, RFID Design Principles, 2008.

4. Sánchez Carrillo, I. V. (2009). *Tecnología RFID aplicada al control de camiones de carga en el proceso de carguío y transporte en minería*. Tesina para optar título de Ingeniero de Sistemas. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

5. RFID magazine, Proyectos RFID, 2010.

6. Luis Miguel Godinez Gonzáles, RFID: Oportunidades y riesgos, su aplicación práctica, Alfaomega, 2008, Mexico.

7. Ing. Cesar Campos Contreras (2016). Implementación de un laboratorio RFID para la formación complementaria de ingenieros industriales en la aplicación y difusión de tecnologías modernas de identificación de productos. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villarreal.

8. Brenner, Michael (2016). Sistemas biométricos.

9. Guadalupe Lugo. (2006*). La importancia de los laboratorios*. *Ingeniería*. Diciembre, 20-22. en: www.imcyc.com. Leído: 15/01/12.

10. Menendez,R. (2009). *Las nuevas tecnologías biométricas consiguen atravesar las superficies.* Julio 25, 2009, de Universidad de Murcia Sitio web: http://www.um.es/docencia/barzana/DIVULGACION/INFORMATICA/Biometria-venas-1.html

11. Duradisc. (2008). Código de Barras. 2008, de Duradisc Sitio web: http://www.duradisc.com/es/ayuda-codigo-barras.php/ayuda-codigo-barras.php

12. http://www.baxtek.com/products/media/files/bcreport_wp.pdf

13. http://www.slideshare.net/davidtowers/rfid-technology

14. http://www.rfidjournal.com/article/view/5149/3

15. http://www.rfid-magazine.com/buscador/index.php?clue=&seccion=NOTICIAS

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA RFID PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VIDRIO TEMPLADO**

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES E INDICADORES | METODOLOGÍA |
|---|---|---|---|---|
| **PROBLEMA PRINCIPAL** | **OBJETIVO GENERAL** | **HIPOTESIS GENERAL** | | **Tipo de investigación:** |
| ¿La implementación del sistema RFID, Mejorará la productividad de una planta de producción de vidrio templado? | Implementar un sistema RFID para mejorar la productividad de una planta de producción de vidrio templado. | La implementación del sistema RFID, consigue mejorar la productividad de una planta de producción de vidrio templado. | VARIABLE INDEPENDIENTE:<br>Sistema RFID<br>VARIABLE DEPENDIENTE:<br>Productividad<br>INDICADORES:<br>• Reducción de horas extras<br>• Ahorro en costos por inventarios<br>• Ahorro en costos por pérdidas, demoras y robos. | El tipo de investigación es de carácter descriptivo, experimental aplicada. |

# Anexo 1 Formato de paro sección corte

| SECCIÓN DE CORTE - HORAS DE PARO | | | | | | | 000301 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | DEL TURNO | POR RELEVO | SOBRETIEMPO |
| SUPERVISOR: | | | | TRABAJADORES: | | | |
| CORTADORA: | | | | | | | |
| | DIA | MES | AÑO | | | | |
| FECHA: | | | | | | | |
| TURNO: | DÍA | TARDE | NOCHE | | H.INICIO | H.INICIO | H.INICIO |
| | | | | | H.FIN | H.FIN | H.FIN |

| | | Veces | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITEM | MOTIVO DE PARO | | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin |
| 1 | Apoyo a otra seccion* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Falta de caballetes | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Cambio de bateria | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Charlas de area* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Charlas SSOMA* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Falla electrica/electronica | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Falla mecanica | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Falta de carretilla hidraulica | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Falta de carga | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Falta de energia electrica* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Limpieza | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Manteminiento preventivo* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Permisos RR.HH. / Otros | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Por disposicion-Supervisión* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Pruebas* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Traslado de caballete | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Refrigerio* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Relevo - Refrigerio* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Carga de cajon | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Carga de plancha | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Falta de materia prima | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Falta de separacion de etiquet | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Falta modulacion | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Tecle ocupado Botte 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Tecle ocupado Botte 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | Tecle ocupado Botte 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | Maquina no programada* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Falta de personal* | | | | | | | | | | | | | | | |

**Anexo 2 Formato de paro sección pulido**

| SECCIÓN DE PULIDO - HORAS DE PARO | | | | | | | | | | | 000901 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA: | | TURNO: | DÍA | TARDE | NOCHE | | | | SUPERVISOR | | |
| | INICIO | | FIN | | | TRABAJ.: | | | | | |
| | | Veces | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | ITEM | MOTIVO DE PARO | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin |
| | 1 | Apoyo a otra seccion | | | | | | | | | | |
| | 2 | Falta de caballetes | | | | | | | | | | |
| | 3 | Cambio de bateria | | | | | | | | | | |
| | 4 | Charlas de area | | | | | | | | | | |
| | 5 | Charlas SSOMA | | | | | | | | | | |
| | 6 | Falla electrica/electronica | | | | | | | | | | |
| | 7 | Falla mecanica | | | | | | | | | | |
| | 8 | Falta de carretilla hidraulica | | | | | | | | | | |
| | 9 | Falta de carga | | | | | | | | | | |
| | 10 | Falta de energia electrica | | | | | | | | | | |
| | 11 | Limpieza | | | | | | | | | | |
| | 12 | Manteminiento preventivo | | | | | | | | | | |
| | 13 | Permisos RR.HH. / Otros | | | | | | | | | | |
| | 14 | Por disposicion-Supervisión | | | | | | | | | | |
| | 15 | Pruebas | | | | | | | | | | |
| | 16 | Traslado de caballete | | | | | | | | | | |
| PULIDORA: | 17 | Refrigerio | | | | | | | | | | |
| | 18 | Relevo - Refrigerio | | | | | | | | | | |
| | 19 | Atasco de lavadora | | | | | | | | | | |
| | 20 | Cambio de espesor | | | | | | | | | | |
| | 21 | Cambio de disco | | | | | | | | | | |
| | 22 | Cañeria obstruida | | | | | | | | | | |
| | 23 | Permiso baño | | | | | | | | | | |
| | 24 | Falta de agua | | | | | | | | | | |
| | 25 | Maquina no Programada | | | | | | | | | | |
| | 26 | Falta de pesonal | | | | | | | | | | |

**Anexo 3 Formato de paro sección de Mecanizado**

**SECCION DE MECANIZADO - HORAS DE PARO**

| | | TALADRO 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Veces | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| ITEM | MOTIVO DE PARO | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin | Ini. | Fin |
| 1 | Apoyo a otra seccion | | | | | | | | |
| 2 | Falta de caballetes | | | | | | | | |
| 3 | Cambio de bateria | | | | | | | | |
| 4 | Charlas de area | | | | | | | | |
| 5 | Charlas SSOMA | | | | | | | | |
| 6 | Falla electrica/electronica | | | | | | | | |
| 7 | Falla mecanica | | | | | | | | |
| 8 | Falta de carretilla hidraulica | | | | | | | | |
| 9 | Falta de carga | | | | | | | | |
| 10 | Falta de energia electrica | | | | | | | | |
| 11 | Limpieza | | | | | | | | |
| 12 | Manteminiento preventivo | | | | | | | | |
| 13 | Permisos RR.HH. / Otros | | | | | | | | |
| 14 | Por disposicion-Supervisión | | | | | | | | |
| 15 | Traslado de caballete | | | | | | | | |
| 16 | Refrigerio | | | | | | | | |
| 17 | Relevo - Refrigerio | | | | | | | | |
| 18 | Atasco de lavadora | | | | | | | | |
| 19 | Cambio de broca | | | | | | | | |
| 20 | Afilado de broca | | | | | | | | |
| 21 | Cambio de disco | | | | | | | | |
| 22 | Cambio de cono escareador | | | | | | | | |
| 23 | Cañeria obstruida | | | | | | | | |
| 24 | Permiso baño | | | | | | | | |
| 25 | Falta de agua | | | | | | | | |
| 26 | Falta de aire | | | | | | | | |
| 27 | Maquina no Programada | | | | | | | | |
| 28 | Falta de personal | | | | | | | | |

## Anexo 4 Formato de paro sección de templado

**SECCION TEMPLADO** | **000501**

HORNO: FTF 1 ☐ FTF 2 ☐ TGL ☐

| SUPERVISOR | | SEGUIMIENTO | |
|---|---|---|---|
| | DEL TURNO | POR RELEVO | SOBRETIEMPO |
| OPERADOR | | | |
| CHEQUEADOR | | | |
| LOGOTIPO | | | |
| POCKET | | | |
| DESCARGA | | | |
| H. INICIO | | H. INICIO | H. INICIO |
| H. FIN | | H. FIN | H. FIN |

| | | |
|---|---|---|
| FECHA | aaa mes | año |
| TURNO | DIA | |
| | NOCHE | |
| | TARDE | |

### HORAS DE PARO

| Nº | MOTIVO DE PARO | 1 Inicio | 1 Fin | 2 Inicio | 2 Fin | 3 Inicio | 3 Fin | 4 Inicio | 4 Fin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Apoyo a otra máquina* | | | | | | | | |
| 2 | Falta de caballete | | | | | | | | |
| 3 | Cambio de baloría | | | | | | | | |
| 4 | Charlas de área* | | | | | | | | |
| 5 | Charlas SSOMA* | | | | | | | | |
| 6 | Falla eléctrica/electrónica | | | | | | | | |
| 7 | Falla mecánica | | | | | | | | |
| 8 | Falla de carrellilla hidráulica | | | | | | | | |
| 9 | Falla de carga | | | | | | | | |
| 10 | Falla de energía eléctrica* | | | | | | | | |
| 11 | Limpieza | | | | | | | | |
| 12 | Mantenimiento preventivo* | | | | | | | | |
| 13 | Permiso RR.HH. / Otros | | | | | | | | |
| 14 | Por disposición-Supervisión* | | | | | | | | |
| 15 | Pruebas* | | | | | | | | |
| 16 | Traslado de caballete | | | | | | | | |
| 17 | Refrigerio* | | | | | | | | |
| 18 | Relevo - Refrigerio* | | | | | | | | |
| 19 | Calentamiento* | | | | | | | | |
| 20 | Máquina no Programada* | | | | | | | | |
| 21 | Falta de personal | | | | | | | | |
| 22 | Limpieza de rodillos* | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

| | H.INICIO | COLOR | ESPESOR | PIEZAS | TOTAL | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AUTOMOTRIZ | | | | | | H: |
| | H. FIN | | | | | CT: |
| RE-TEMPLADOS | | | | | | |

### CICLOS VACIOS

| Nº | MOTIVO / ESPESOR[mm] | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cambio de espesor | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Recuperación de horno | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Por relevo - Refrigerio | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Falta de carga | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Falta de plano | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Falta de limpia de chequeo | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Falla de carrellilla hidráulica | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Falla de rodillo | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Error de rodillo | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Error de lanzamiento | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Error de pulido | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Error de etiqueta | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Error de medida | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Rotura refrigerante | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Vidrio Re-Templado | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Cristales reflejantes | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Mancha de agua | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Falta de personal | | | | | | | | | | | | | |

**MESAS x ESPESOR (Cantidad)**

Colocar la cantidad de mesas pasadas por cada espesor

| DEL TURNO RESUMEN | | POR RELEVO RESUMEN | | SOBRETIEMPO RESUMEN | |
|---|---|---|---|---|---|
| N- CICLOS [m] | | N- CICLOS | | N- CICLOS | |
| N- CICLOS VACIOS [ | | N- CICLOS VACIOS | | N- CICLOS VACIOS | |
| TOTAL | | TOTAL | | TOTAL | |